



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ ADMINISTRATIVNÍ BUDOVY

ENERGY EVALUATION OF OFFICE BUILDING.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Markéta Lysková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PAVEL ADAM, Ph.D.

BRNO 2017




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

STUDIJNÍ PROGRAM	N3607 Stavební inženýrství
TYP STUDIJNÍHO PROGRAMU	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
STUDIJNÍ OBOR	3608T001 Pozemní stavby
PRACOVISTĚ	Ústav technických zařízení budov


ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

DIPLOMANT	Bc. Markéta Lysková
NÁZEV	Energetické hodnocení administrativní budovy
VEDOUcí DIPLOMOVÉ PRÁCE	Ing. Pavel Adam, Ph.D.
DATUM ZADÁNÍ	31. 3. 2016
DATUM ODEVZDÁNÍ	13. 1. 2017

V Brně dne 31. 3. 2016


.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu




.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ (ZADÁNÍ, CÍLE PRÁCE, POŽADOVANÉ VÝSTUPY)

Práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhlášky, normy), pro navrhování technických zařízení a staveb.

Obsah a uspořádání práce bude dle směrnice FAST, tj. následovně:

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce, tj.:
 - A. Teoretická část
 - literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran;
 - cíle práce;
 - zvolené metody řešení.
 - B. Výpočtová část:
 - průkaz energetické náročnosti budovy dle vyhlášky 78/2013 Sb.;
 - energetický audit budovy dle vyhlášky 480/2012 Sb.
 - C. Aplikace výpočetní techniky:
 - počítačové modelování budovy, která je předmětem auditu (dynamické modelování, s hodinovým krokem výpočtu) / modelování vybraných fyzikálních dějů.
 - j) závěr,
 - k) seznam použitých zdrojů,
 - l) seznam použitých zkratk a symbolů,
 - m) seznam příloh,
 - n) přílohy – výkresy

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ/DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Pavel Adam, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá energetickým auditem průmyslového objektu s administrativní částí, který se nachází v Blansku v Jihomoravském kraji. Teoretická část se soustředí na okna z pohledu energetické bilance, jelikož jedno z opatření na úsporu spotřeby energie je právě výměna stávajících a nevyhovujících výplní otvorů. Hlavním úkolem diplomové práce bude nalézt nejúspornější variantu pro úsporu energie, která bude posouzena z ekologického i ekonomického hlediska. Třetí a poslední část se bude věnovat využití výpočetní techniky jako je program pro vytvoření 3D modelu posuzovaného objektu nebo modelování spotřeby pro jednotlivé systémy, jako je třeba vytápění, v závislosti na vlastnostech různých oken.

PREFACE

This diploma thesis is dealing with energy audit of industrial building with administration part, situated in Blansko, South Moravia region. The theoretical part is focused to windows from the energy balance point of view, because one of the energy saving measures is the change of current insufficient window filling. The main objective of this diploma thesis is to find the most energy saving variant which is going to be evaluated from the both, ecological and economical, aspect. The third part is dedicated to usage of computer technology as software for 3D model creating of assessed building or energy consumption simulation for particular systems as heating in relation to characters of different kinds of windows.

KLÍČOVÁ SLOVA

Energetický audit, úsporná opatření, průkaz energetické náročnosti budov, okna

KEY WORDS

Energy audit, energy saving, certificate of energy performance of buildings, windows

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

LYSKOVÁ, Markéta. *Energetické hodnocení administrativní budovy*. Brno, 2017. 123 s., 3 s. příloh. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Pavel Adam, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 1. 2017

.....

podpis autora
Bc. Markéta Lysková

PODĚKOVÁNÍ:

Chtěla bych velmi poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Pavlu Adamovi, Ph.D. za odborné vedení mé práce a cenné rady. Dále bych taky chtěla poděkovat mému příteli, sestře, otci a prarodičům za neutuchající morální podporu při celém studiu vysoké školy. Mé díky patří i firmě PROTECH s.r.o. Nový Brod, za poskytnutí přístupu k jejich výpočetnímu softwaru.

OBSAH

ÚVOD	11
ČÁST.A TEORETICKÁ ČÁST	13
VÝPLNĚ OTVORŮ Z HLEDISKA ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY	14
A.1 VÝVOJ OKEN – JEJICH VÝPLNÍ A TVARU	15
A.1.1. ANTIKA.....	15
A.1.2. STŘEDOVĚK	15
A.1.3. NOVOVĚK	16
A.1.4. SOUČASNOST	17
A.2 NÁZVOSLOVÍ.....	18
A.2.1. SOUČÁSTI OKNA A PROSTOR KOLEM NĚJ	18
A.2.2. OBLASTI V OKNĚ	19
A.3 POŽADAVKY NA OKNA	19
A.4 PARAMETRY OKEN JAKO CELKU	21
A.4.1. ODOLNOST PROTI ZATÉKÁNÍ SRÁŽKOVÉ VODY -VODOTĚSNOST.....	22
A.4.2. ZATŘÍDĚNÍ KOVÁNÍ PODLE BEZPEČNOSTNÍHO STUPNĚ	23
A.4.3. TĚSNĚNÍ A VÁŽENÁ VZDUCHOVÁ NEPRŮZVUČNOST OTVOROVÉ VÝPLNĚ	23
A.4.4. TĚSNĚNÍ A SOUČINITEL SPÁROVÉ PRŮVZDUŠNOSTI OTVOROVÉ VÝPLNĚ	24
A.5 MATERIÁL A KOMPONENTY OKEN	25
A.5.1. PLASTOVÁ OKNA.....	25
A.5.2. DŘEVĚNÁ OKNA.....	27
A.5.3. HLINÍKOVÁ OKNA.....	28
A.5.4. SKLENĚNÉ VÝPLNĚ.....	29
ČÁST.B VÝPOČTOVÁ ČÁST	30
ENERGETICKÝ AUDIT	31
B.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	32
B.1.1. VLASTNÍK PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	32
B.1.2. PŘEDMĚT ENERGETICKÉHO AUDITU	32
B.2 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU	32
B.2.1. POPIS PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	32
B.2.1.1 CHARAKTERISTIKA HLAVNÍCH ČINNOSTÍ.....	37
B.2.1.2 POPIS TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ, SYSTÉMŮ A BUDOV	38
B.2.1.3 SITUAČNÍ PLÁN	40
B.2.2. ENERGETICKÉ VSTUPY ZA PŘEDCHÁZEJÍCÍ 3 ROKY	42
B.2.3. VLASTNÍ ZDROJE ENERGIE	46
B.2.4. ROZVODY ENERGIE	47
B.2.4.1 ROZVODY PRO VYTÁPĚNÍ	47
B.2.4.2 ROZVODY TEPLÉ A STUDENÉ VODY	48

B.2.4.3	ROZVODY PRO VZT	49
B.2.4.4	ROZVODY PLYNU	49
B.2.4.5	ROZVODY KLIMATIZACE	49
B.2.4.6	ROZVODY ELEKTRICKÉ ENERGIE	50
B.2.5.	VÝZNAMNÉ SPOTŘEBIČE ENERGIE	50
B.2.6.	TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI BUDOVY	50
B.2.7.	SYSTÉM MANAGMENTU HOSPODAŘENÍ ENERGÍÍ PODLE ČSN EN ISO 50001	52
B.3	VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU	52
B.3.1.	VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE	52
B.3.1.1	VE ZDROJÍCH ENERGIE	52
B.3.1.2	V ROZVODECH TEPLA A CHLADU	53
B.3.1.3	VE VÝZNAMNÝCH SPOTŘEBIČÍCH ENERGIE	53
B.3.2.	VYHODNOCENÍ TEPELNĚ TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ BUDOVY	53
B.3.3.	MODEL ENERGETICKÉ POTŘEBY BUDOVY	57
B.3.4.	VYHODNOCENÍ ÚROVNĚ SYSTÉMU MANAGMENTU HOSPODAŘENÍ ENERGÍÍ	59
B.3.5.	CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE	59
B.4	NÁVRHY JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE	60
B.4.1.	OPATŘENÍ Č. 1	60
B.4.1.1	NÁZEV A POPIS OPATŘENÍ	60
B.4.1.2	ROČNÍ ÚSPORY ENERGIE	61
B.4.1.3	NÁKLADY NA REALIZACI	61
B.4.2.	OPATŘENÍ Č. 2	62
B.4.2.1	NÁZEV A POPIS OPATŘENÍ	62
B.4.2.2	ROČNÍ ÚSPORY ENERGIE	62
B.4.2.3	NÁKLADY NA REALIZACI	63
B.4.3.	OPATŘENÍ Č. 3	64
B.4.3.1	NÁZEV A POPIS OPATŘENÍ	64
B.4.3.2	ROČNÍ ÚSPORY ENERGIE	64
B.4.3.3	NÁKLADY NA REALIZACI	65
B.4.4.	OPATŘENÍ Č. 4	65
B.4.4.1	NÁZEV A POPIS OPATŘENÍ	65
B.4.4.2	ROČNÍ ÚSPORY ENERGIE	65
B.4.4.3	NÁKLADY NA REALIZACI	66
B.4.5.	OPATŘENÍ Č. 5	66
B.4.5.1	NÁZEV A POPIS OPATŘENÍ	66
B.4.5.2	ROČNÍ ÚSPORY ENERGIE	67
B.4.5.3	NÁKLADY NA REALIZACI	67
B.5	VARIANTY OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI	68
B.5.1.	POPIS NAVRHOVANÝCH VARIANT	69
B.5.1.1	ROČNÍ ÚSPORY ENERGIE	70
B.5.1.2	INVESTIČNÍ NÁKLADY NA REALIZACI	70
B.5.1.3	PRŮMĚRNÉ ROČNÍ PROVOZNÍ NÁKLADY	71
B.5.2.	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT	71
B.5.3.	EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT	73
B.5.4.	STANOVENÍ OKRAJOVÝCH PODMÍNEK	74
B.5.5.	CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE	74

B.6	VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY	75
B.6.1.	NA ZÁKLADĚ VÝSLEDKŮ EKONOMICKÉHO VYHODNOCENÍ	75
B.6.2.	PODLE KRITÉRIÍ DOTAČNÍCH PROGRAMŮ	75
B.7	DOPORUČENÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY	75
B.7.1.	POPIS OPTIMÁLNÍ VARIANTY	75
B.7.2.	ROČNÍ ÚSPORY ENERGIE	76
B.7.3.	NÁKLADY V TIS. KČ NA REALIZACI	76
B.7.4.	UPRAVENÁ ENERGETICKÁ BILANCE PRO OPTIMÁLNÍ VARIANTU.....	77
B.7.5.	EKONOMICKÉ A EKOLOGICKÉ VYJÁDŘENÍ PRO OPTIMÁLNÍ VARIANTU	79
B.7.6.	NÁVRH VHODNÉ KONCEPCE SYSTÉMU MANAGEMENTU HOSPODAŘENÍ S ENERGIÍ	79
B.7.7.	POPIS OKRAJOVÝCH PODMÍNEK PRO OPTIMÁLNÍ VARIANTU	79
B.8	EVIDENČNÍ LIST	80
	PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY	85
	ČÁST.C APLIKACE VÝPOČETNÍ TECHNIKY.....	100
C.1	GEOMETRICKÝ MODEL BUDOVY V POČÍTAČOVÉM PROGRAMU SKETCHUP	101
C.2	ENERGETICKÉ VÝPOČTY V POČÍTAČOVÉM PROGRAMU PROTECH	103
C.3	OPTIMALIZACE BUDOVY V POČÍTAČOVÉM PROGRAMU DESIGN BUILDER	103
C.3.1.	VSTUPNÍ DATA	104
C.3.2.	VARIANTA 1 - PŮVODNÍ OKNA	106
C.3.3.	VARIANTA 2 – NOVÁ OKNA, S IZOLAČNÍM DVOJSKLEM	108
C.3.4.	VARIANTA 3 – NOVÁ OKNA, S IZOLAČNÍM TROJSKLEM	110
C.3.5.	POROVNÁNÍ	112
	ZÁVĚR.....	114
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	115
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	117
	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	119
	SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK	120
	SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ	123
	SEZNAM PŘÍLOH	124

ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá energetickou náročností budov a bude se skládat celkem ze tří částí.

První část je část teoretická a jejím hlavním tématem jsou výplně otvorů (okna) jako prvek obálky budovy, mající výrazný vliv na energetickou náročnost budovy. Na začátku je zde vysvětlena důležitost kvalitních oken a jejich vlastností. Dále je zde nastíněn jejich historický vývoj od doby antické a po současnost. Dále je zde názorně ukázáno a vysvětleno názvosloví týkající se právě oken. Poté jsou zde popsány požadavky týkající se oken, které by měly být známy před samotným zabudováním oken do budovy. Další kapitola této části se týká parametrů oken, ve které budou ukázány hodnoty dle jednotlivých předpisů. Posledním tématem této části je materiál okenních komponentů v současnosti. Budou zde zmíněny jejich výhody a nevýhody.

Další částí je část výpočtová a týká se vypracování energetického auditu posuzovaného objektu, což je v tomto případě průmyslový objekt s administrativní částí. Hlavní myšlenka energetického auditu je pak návrh opatření pro menší spotřeby energií, kdy budou jednotlivá opatření uskupena do variant, z nichž se pak na základě ekonomického a ekologického hlediska vybere výhodnější varianta. Na konci této části je vše shrnuto v evidenčním listu.

Poslední část se bude týkat aplikace výpočetní techniky, kdy budou použity celkem 3 počítačové programy. Bude se jednat o program SketchUp, ve kterém bude vytvořen 3D model posuzovaného objektu. Další využitým programem bude Protech, díky kterému lze zjistit tepelné ztráty objektu. Pomocí tohoto programu bude i vytvořen průkaz energetické náročnosti budov, který bude součástí výpočtové části. Posledním využitým programem bude Design Builder, ve kterém bude také vytvořen 3D model posuzovaného objektu. Tento výpočetní model primárně slouží k provedení simulace s hodinovým krokem výpočtu. Budou se posuzovat vlivy různých druhů zasklení.

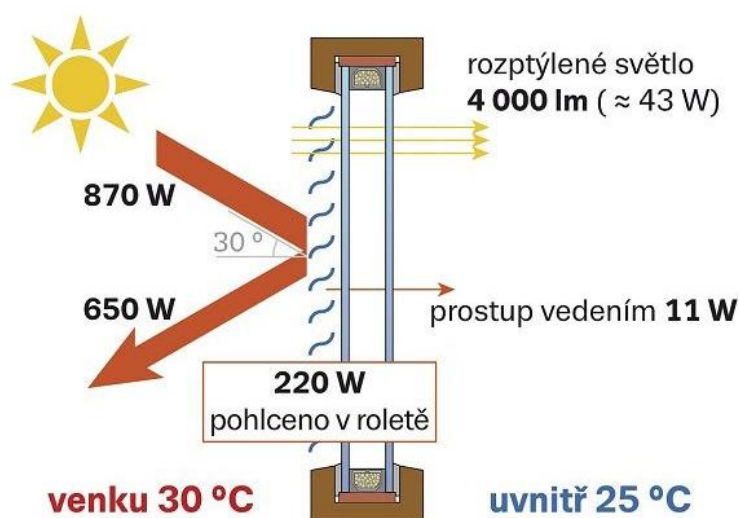
ČÁST.A TEORETICKÁ ČÁST

VÝPLNĚ OTVORŮ Z HLEDISKA ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Okenní výplně otvorů mají především chránit interiér, ale zároveň jimi proudí přirozené světlo do místnosti. V dnešní době je výroba skla natolik vyspělá, že umožňuje použít sklo pro nejrůznější účely. Sklo jako okenní výplň chrání před teplem, chladem, ohněm, hlukem ale také před napadením či vůči nehodám. Ve zvláštních případech může chránit i naše soukromí a uschovat nás tak před příliš velkou pozorností našeho okolí. Můžou se navíc kombinovat různé funkce, které nám sklo nabízí a tím násobit jeho užitnou hodnotu.

Jednou ze základních vlastností je tepelná izolace. Tato vlastnost umožňuje snížit tepelné ztráty objektu a tím optimalizovat ekonomickou bilanci budovy. Snížení spotřeby energie za teplo je i důležité ekologické hledisko, kdy dochází k menším vznikům škodlivých látek a tím je i méně zatíženo životní prostředí. V dnešní době existuje mnoho druhů izolačního zasklení. Nejčastěji jsou dnes využívána izolační dvojskla, která mohou snížit tepelnou ztrátu až o 50%, některé pak až o 80% ve srovnání se zasklením jednoduchým. Tyto výrobky nové generace vedou k menšímu znečištění ovzduší CO₂ v souladu se závazky přijatými státy v rámci Kjótského protokolu. Přijetím těchto závazků vytvářejí standart, který je zaveden v mnoha evropských zemích formou národních norem pro regulaci tepla.

Další důležitou vlastností okenních výplní je protisluneční funkce skla. Tato vlastnost je využívána hlavně u jižně orientovaných okenních výplní. [20]



Obr. č. 1 Prostup energie oknem o ploše 1m²[21]

A.1 Vývoj oken – jejich výplní a tvaru

Okna jsou velmi důležitou součástí stavby jako celku už odedávna. Vytvořila se postupně a souvisela s technickou vyspělostí dané doby. Stejně jako se měnila technologie výstavby domů, měnil se obvykle i vzhled oken. [6]

A.1.1. Antika

Okenní výplně v době antické nevypadaly tak, jak je známe dnes. V dobách starověkých Římanů se jako okenní výplně používaly skleněné koule, jelikož neznali moderní techniku výroby plochého skla. Byli však první, kteří s výplní oken začali. Skleněné koule ještě poté za tvárného stavu zplošťovali a poté je spojovali olověnými páskami v jeden celek. Tato technika později inspirovala výrobce okenních výplní v době gotiky, kdy vznikala vitrážová okna. Sklo jako okenní výplň se moc nepoužívalo, jelikož byla jejich pořizovací cena velmi vysoká. Okenní otvor tak byl, v lepším případě, vyplněn slídou, popřípadě dřevěnými okenicemi. Tvar oken v této době tvořil pravoúhlý obdélník ale i ve tvaru oblouku. Mezi první stavby se skleněnými okenními výplněmi patřil palác Tiberia, který se do dnešní doby bohužel nedochoval. [6]

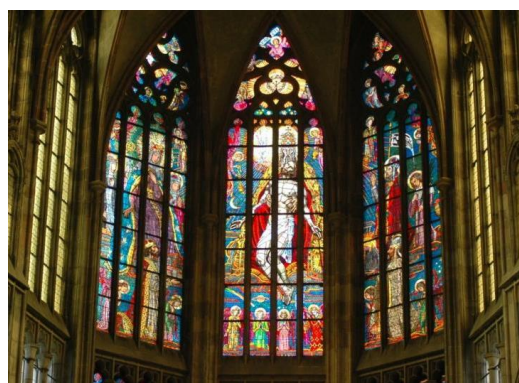
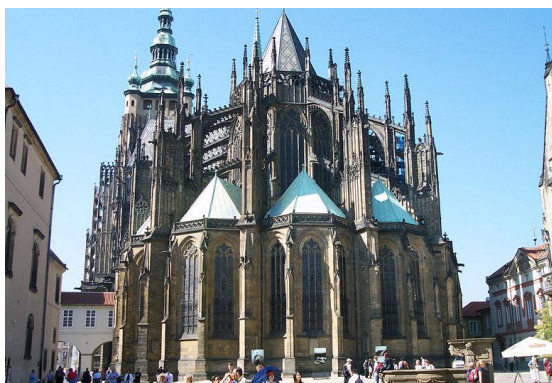
A.1.2. Středověk

Ve středověku, v době románské, se používaly úzká a vysoká okna, které tvořily dvě až čtyři okenní části, oddělené sloupkem. Tato okna ale postrádala jakoukoliv výplň a zůstávaly po celý rok úplně prázdné. Stavby taky byly velmi chladné, proto se okna nedělaly moc velké. [6]



Obr. č. 2 Rotunda sv. Jiří - vysoká a úzká okna [7]

Další částí středověku bylo období gotiky. V této době se jako okenní výplně používají vitrážová okna, o kterých je psáno už v předchozí kapitole. Gotické stavby byly velmi vysoké a okna také. V této době stávají již důležitou součástí pro přirozené osvětlení prostoru v budově a jejich rozměry jsou oproti románské době mnohem větší. S tímto přicházela i nutnost tyto okenní otvory vyplnit. Konstrukce okenní výplně tvořily olověné lišty, do kterých se usazovaly malé kousky skla. Tyto kousky měly různou barvu, což umožňovalo vytvářet různé obrazce. Motivy pro vyskládání skel nalézali hlavně v Bibli. V této době se okno používalo tedy více jako umělecké dílo, než jako stavební prvek, ale alespoň bylo něčím vyplněno. [6]



Obr. č. 3 Chrám sv. Víta (vlevo) [8] a jedno z jeho vitrážových oken [9]

A.1.3. Novověk

První částí novověku byla renesance. V tomto období byla skleněná výplň oken stále ještě vzácností a mohli si ji si dovolit pouze lidé, kteří patřili mezi movitější, jelikož pořízení skla jako výplně okna byla stále velice drahou záležitostí. Skleněná výplň se již ale netvořila z barevných částí, ale už jen z čirých čoček. Čočky měly většinou tvar kruhů nebo obdélníků a ukládaly se také do olověných lišt. Okenní výplň pak tvořilo několik částí. Celé okno bylo

Další částí novověku bylo baroko a i v tomto období se používá sklo jako výplň okenních otvorů. V našich zemích uměli skláři již vyrobit větší skleněné tabule, což umožnilo zvětšit i okenní otvory. V tomto období se začaly používat dvojité zasklení, na vnější a i vnitřní straně. Do té doby se používalo jen zasklení z jedné strany a to vnitřní. Barokní okno bylo typické i svým bohatým orámováním plného různých vzorů nebo motivů. [6]



Obr. č. 4 Okno z období baroka [11]

A.1.4. Současnost

Nynější podobě okenních výplní vděčíme průmyslové revoluci v 2. polovině 19. století, která přinesla nové poznatky ohledně výroby tabulového skla. Sklo bylo taženo ocelovými válci. Okenní tabule mohly tak dosahovat větších rozměrů a byly do rámců pomoci tmelů. Díky průmyslové revoluci došlo také k vývoji v oblasti kování, což umožnilo i nové způsoby otevírání oken. V této době přicházejí i nové způsoby otevírání oken. Kromě klasického otvírání bylo realizováno okna, skládající se ze tří částí. Toto okno obsahovalo 2 klasické okenní křídla a nad nimi bylo ještě jedno – větrací. [6]

Do roku 1978 byly okna z pohledu tepelně-izolačních vlastností ani ne 2x horší než běžné zdivo. Po tomto roce byly na stěny a střechy kladeny vyšší požadavky na tepelně-izolační parametry, proto se zhoršil poměr mezi běžným zdivem a kvalitou oken na hodnotu 2,5. Počátkem devadesátých let byly okna 10x horší než běžné zdivo. Tento poměr se ale poslední dobou výrazně snížil vlivem nových možností výroby oken. [10]

V dnešní době se klade důraz už nejen na vzhled oken jako takových, ale hlavně na technické parametry, zvláště pak jejich tepelně-izolační vlastnosti. Technologie výroby šla rapidně kupředu a v současné době je na trhu velké množství oken, různých tvarů, materiálů i technických parametrů. Záleží pak čistě na investorovi, která okna zvolí.

A.2 Názvosloví

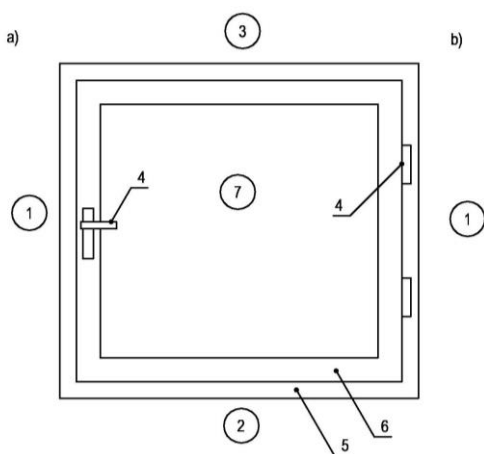
A.2.1. Součásti okna a prostor kolem něj

Otvorová výplň oken se skládá z okenního rámu – pevná část otvorové výplně, kterou nelze otevřít, a křídelního rámu – pohyblivá část otvorové výplně, kterou můžeme otevřít a nachází se zde skleněná nebo jiná výplň. V případě usazení dvou oken do jednoho otvoru se zpravidla používá meziokenní vložka.

Rám okna je po celém obvodu výrobku. U plastových oken je parapetní část stejná jako ostění a u dřevěného okna tato část rámu opatřena ještě hliníkovou okapnicí.

Křídlo je pohyblivý rám s výplní, po celém obvodu má stejný profil. Křídlo je také opatřeno klikou.

Obvodové kování se skládá z kovových pevných a pohyblivých částí, které jsou upevněny v rámu a křídle. Toto kování se nachází na určité části obvodu otvorové výplně. O délce obvodu, která bude opatřena kováním, rozhoduje výrobce daného okna. Funkce kování na okně je spolupůsobení okenního rámu a křídla. [10]



Legenda k obrázku:

- 1 ... ostění
- 2 ... parapet
- 3 ... nadpraží
- 4 ... kování
- 5 ... okenní rám
- 6 ... okenní křídlo – rám
- 7 ... okenní křídlo – skleněná výplň

Obr. č. 5

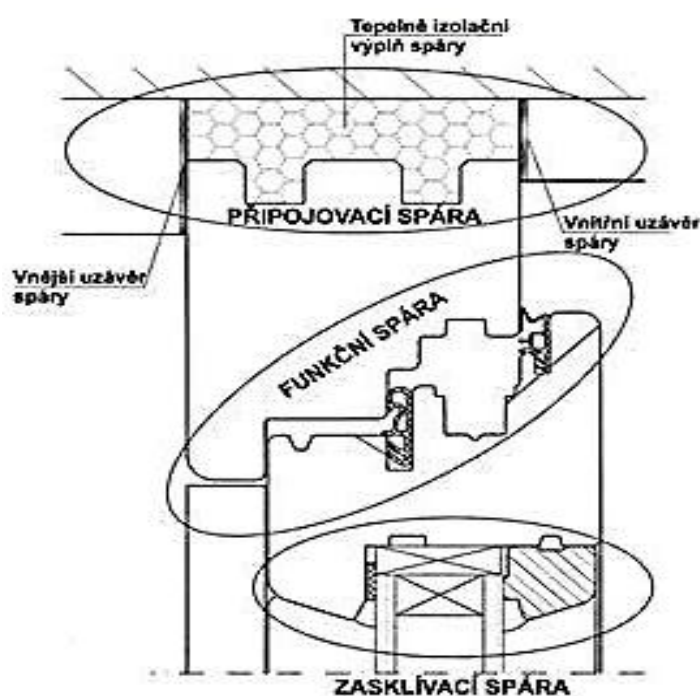
Okno a názvosloví [12]

A.2.2. Oblasti v okně

Prostor mezi rámem otvorové výplně a ostěním se nazývá připojovací spára, viz *Obr. č. 5*. Její kvalitu ovlivňuje vypracovaný projekt a montáž přímo na stavbě.

Prostor mezi křídlem a rámem otvorové výplně se nazývá funkční spára, viz *Obr. č. 5*. Její kvalitu ovlivňuje volba profilu a následně výroba profilu.

Spára mezi křídelní výplní a (průhlednou nebo neprůhlednou) a vnitřním profilem křídla se nazývá zasklívací spárou, viz *Obr. č. 5*. Její kvalitu ovlivňuje také volba profilu a jeho následná výroba. [10]



Obr. č. 6 *Důležité oblasti v okně [10]*

A.3 Požadavky na okna

Vlastnosti oken, jako i ostatních částí stavby, jsou plánovány dle projektů a měly by splňovat následující požadavky, které by měly být mezi investorem a dodavatelem smluvně ujednány:

- 1) Pro úsporu energie a tím i úsporu tepla:
 - a. Hodnota součinitele prostupu tepla okna U_w [$W/(m^2 \cdot K)$]

- b. Hodnota součinitele prostupu tepla rámu U_f [W/(m²*K)]
 - c. Hodnota součinitele prostupu tepla zasklení U_g [W/(m²*K)]
- 2) Ochrana proti hluku – hodnota vážené vzduchové neprůzvučnosti R_w [dB]
- 3) Vodotěsnost [zatřídění]
- 4) Teplotní faktor a jeho osazení f_{Rsi} [-]
- 5) Výměn vzduchu v místnostech – hygiena bydlení
 - a. Průvzdušnost [zatřídění]
 - b. Součinitel spárové průvzdušnosti i_{LV} [m³/(s*m*Pa^{0,67})]
- 6) Odolnost Proti zatížení větrem [zatřídění]
- 7) Stavební hloubka rámu a křídla [mm]
- 8) Počet komor rámu křídla
- 9) Materiál výztuhy, tloušťka a tvar
- 10) Tloušťka pohledových stěn plastového profilu
- 11) Druh dřeviny u dřevěných oken
- 12) Druh hranolu pro výrobu dřevěného okna (napojovaný, nenapojovaný)
- 13) Druh a počet vrstev povrchové úpravy dřevěného okna
- 14) Výrobce kování, přítomnost pojistky proti svěšování křídla
- 15) Typ distančního rámečku izolačního skla
- 16) Způsob kotvení do ostění, druh kotvicích prostředků
- 17) Způsob provedení připojovací spáry včetně toho, počítá-li se s užitím funkčních utěšňovacích pásek
- 18) Délka záruky
- 19) Vymezení předmětu záruky, způsob řešení nutného seřizování pohyblivých částí během záruční doby, kdo ji provádějí, je-li to zpoplatněná služba a jaká je cena za její uskutečnění
- 20) Je-li nějaký pozáruční servis a za jakých podmínek [10]

Vyjádření číselné hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti není normou ČSN EN 14 351 – 1 výslovně požadováno. Konkrétní požadované hodnoty s ohledem na výškové umístění otvorové výplně uvádí ČSN 73 0540-2. Tyto hodnoty jsou také důležité při případném výpočtu a posuzování výměny vzduchu v místnosti, kde se v obytných místnostech posuzují hygienické požadavky, případně, při umístění plynových spotřebičů, bezpečnostní požadavky. Z těchto důvodů je znalost číselné hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti nutná a proto by ji měl objednatel vyžadovat.

Zvolí-li zákazník tento doporučený postup a veškeré požadavky a domluvy se zástupcem zhotovitele, které vedl ústně, vtělí do smlouvy o dílo, má mnohem větší naději, že se vyhne nepříjemným situacím. [10]

Vztah pro výpočet součinitele prostupu tepla okna U_w [W/(m²*K)]: [13]

$$U_w = \frac{A_g * U_g + A_f * U_f + I_g * \psi_g}{A_g + A_f}$$

s těmito neznámými:

- A_g ... celková plocha zasklení [m²]
- U_g ... součinitel prostupu tepla zasklení [W/(m²*K)]
- A_f ... celková plocha rámu [m²]
- U_f ... součinitel prostupu tepla rámu [W/(m²*K)]
- I_g ... viditelný obvod zasklení [m]
- ψ_g ... lineární činitel prostupu tepla způsobený kombinovanými tepelnými vlivy zasklení, distančního rámečku a rámu [W/(m*K)] viz Tab. č. 1

Tab. č. 1 Určení lineárního činitele prostupu tepla [13]

Typ rámu	lineární činitel prostupu tepla pro různé typy zasklení ψ_g	
	Dvojsklo nebo trojsklo nepokovené sklo plněné vzduchem nebo plynem	Dvojsklo ^a nebo trojsklo ^b nízkoemisivní sklo plněné vzduchem nebo plynem
Dřevěný nebo plastový	0,06	0,08
Kovový s přerušením tepelného mostu	0,08	0,11
Kovový bez přerušení tepelného mostu	0,02	0,05
^a Jedna tabule skla pokovená pro dvojsklo.		
^b Dvě tabule skla pokovené pro trojsklo.		

A.4 Parametry oken jako celku

Funkční vlastnosti oken (včetně oken střešních) stanovuje ČSN EN 14 351 – 1+A1 ze září 2010. Základní parametry otvorových výplní jako celku pro použití v obytných prostorech jsou uvedeny v Tab. č. 2. Každý, kdo si bude objednávat okna, by měl vědět, jaké parametry bude dodávaná otvorová výplň mít a zda splňuje požadavky normy v závislosti na tom, kam je otvorová výplň určena. Součástí projektu by měly být uvedené vlastnosti otvorové výplně, pochopitelně s konkrétní domluvenou hodnotou. [10]

Tab. č. 2 Základní parametry otvorových výplní [10]

1 – technické vlastnosti celého okna 2 – předpis určující požadavek	požadavek	doporučení
1 – součinitel prostupu tepla oken U_w [W/(m ² *K)] 2 – požadavek dle ČSN 73 05 40 - 2	1,7	1,2
1 – odolnost proti zatížení větrem – tuhost okenního křídla 2 – zatřídění dle klasifikace ČSN EN 12 210	dle projektu nebo požadavku investora	třída 3
1 – průvzdušnost (infiltrace) udává, na kolik je umožněna přirozená výměna vzduchu 2 – zatřídění dle klasifikace ČSN EN 12 207	dle projektu nebo požadavku investora	třída 3
1 – vodotěsnost – hodnocení těsnosti proti proniknutí tlakové srážkové vody (doporučená hodnota je převzata z ÖNORM EN 12 210, třída zatížení 3) 2 – zatřídění dle klasifikace ČSN EN 12 208	dle projektu nebo požadavku investora	7A, 7B
1 – vážená vzduchová neprůzvučnost R_w [dB] 2 – zatřídění dle ČSN 73 0532	třída 2	třída 2
1 – bezpečnost proti vloupání 2 – zatřídění dle klasifikace ČSN P ENV 1627	dle projektu nebo požadavku investora	-
1 – celkový činitel prostupu sluneční energie g (tento parametr se týká pouze skla, ovšem velmi ovlivňuje vlastnosti celého okna, pro okno jako celek se neuvádí)	dle projektu nebo požadavku investora	-

A.4.1. Odolnost proti zatékání srážkové vody - vodotěsnost

V současné době neexistuje v České republice žádný předpis, kterým by byly určeny požadavky tříd odolnosti vůči zatékání, které musí otvorové výplně splnit. V Tab. č. 2 jsou uvedeny hodnoty 7A a 7B. Písmena A a B znamenají rozdělení na objekty nechráněné (A) a částečně chráněné (B). Třída 7 pak znamená budovu do 10m výšky a do 5m šířky při třídě zatížení větrem 3. Jde o příklad běžné budovy typu rodinných domů a podobně. U panelových domů je nutné podrobnější zaměření na doporučenou vodotěsnost dle zmíněného předpisu v Tab. č. 2, protože se jedná o výšky běžně nad 20 m. Při této výšce jsou tlakové poměry náročnější, než jak bylo uvedeno u tříd 7A a 7B. Pro panelové domy by se měla vyžadovat alespoň třída 9A. [10]

A.4.2. Zatřídění kování podle bezpečnostního stupně

Toto zatřídění se řídí klasifikací a požadavky které jsou uvedeny ČSN P ENV 1627.

Tab. č. 3 *Zatřídění kování [18]*

zatřídění	popis
Třída 1	Příležitostný zloděj se pokusí rozbít okno, dveře nebo uzávěr užitím fyzického násilí (kopáním, nárazy ramenem, zdviháním, vytrháváním). Třída běžného obvodového okenního i dveřního kování bez dalších úprav.
Třída 2	Příležitostný zloděj se pokusí dále rozbít okno, dveře nebo uzávěr užitím jednoduchých nástrojů (šroubováku, klínu, kleští). Třída běžného okenního obvodového i dveřního kování se speciálně upravenými hlavami zavíracích čepů, protikusy v okenním rámu, jsou zadlabány nebo připevněny masivními (zesílenými) prostředky.
Třída 3	Zloděj se pokusí zjednat si přístup použitím dalšího šroubováku či páčidla.
Třída 4	Zkušený zloděj dále používá pily, kladiva, sekery, sekáče nebo přenosné akumulátorové vrtačky.
Třída 5	Zkušený zloděj dále používá elektrické nářadí (vrtačku, přímočárnou pilu, úhlovou brusku) o průměru kotouče max. 125 mm.
Třída 6	Zkušený zloděj dále používá elektrické nářadí (vrtačku, přímočárnou pilu, úhlovou brusku) o průměru kotouče max. 250 mm.

A.4.3. Těsnění a vážená vzduchová neprůzvučnost otvorové výplně

Pomocí hodnoty vážené vzduchové neprůzvučnosti R_w [dB] se stanoví schopnost otvorové výplně zvukově izolovat.

Hodnota R_w může být:

- odvislá pouze od zvukové izolace zasklení a od konstrukčního uspořádání oken či dveří
- kromě předšlého se bere se v potaz i vliv spekter hladin akustického tlaku pro výpočet faktoru přizpůsobení - podrobněji viz ČSN EN ISO 717-1:1998 [10]

Tab. č. 4 Vlastnosti pro jednoduchá otevíravá okna [16]

Izolační sklo R_w^a [dB]	Jednoduchá okna ^b	
	Okno R_w [dB]	Počet požadovaných těsnění ^c
27	30	1
28	31	1
29	32	1
30	33	1
32	34	1
34	35	1
36	36	2
38	37	2
40	38	2

Legenda indexů použitých v Tab. č. 4

- a... zkouška podle EN ISO 140-3 (referenční metoda) nebo
 - generické údaje podle EN 12 758 nebo EN 12 354 -3.
- b... pevná a otevíravá jednoduchá okna (sklápěcí, kyvná, otočná, posuvná)
 - splňují třídu průvzdušnosti 3.
- c ... jen otevíravá okna

A.4.4. Těsnění a součinitel spárové průvzdušnosti otvorové výplně

Otvorová výplň musí umožnit přirozenou výměnu vzduchu v místnosti. Tato schopnost se měří pomocí součinitele spárové průvzdušnosti i_{LV} . Platí, že skutečná hodnota součinitele spárové průvzdušnosti musí být vždy menší nebo maximálně rovna hodnotě návrhové $i_{LV,N}$, tedy platí :

[10]

$$i_{LV} \leq i_{LV,N} [\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa}^{0,67})]$$

Tab. č. 5 Požadované hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti i_{LV} [17]

Funkční spára ve výplni otvoru		Požadovaná hodnota i_{LV} [$\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{Pa}^{0,67})$]	
		Budova s větráním přirozeným nebo kombinovaným	Budova s větráním pouze nuceným nebo s klimatizací
Vstupní dveře do zádveří budovy, nadzemní část budovy výšky do 8m včetně		$1,60 \cdot 10^{-4}$	$0,87 \cdot 10^{-4}$
Ostatní vstupní dveře do budovy, dveře oddělující ucelené části budovy		$0,87 \cdot 10^{-4}$	$0,30 \cdot 10^{-4}$
Ostatní vnější výplně otvoru při celkové výšce budovy nad zemí	Do 8m včetně	$0,87 \cdot 10^{-4}$	$0,10 \cdot 10^{-4}$
	8 - 20m včetně	$0,60 \cdot 10^{-4}$	
	20 – 30m včetně	$0,30 \cdot 10^{-4}$	
	Nad 30m	$0,10 \cdot 10^{-4}$	

A.5 Materiál a komponenty oken

Pro výrobu oken je dnes k dispozici mnoho rozličných materiálů. Největší popularitu dnes mají okna plastová, dále se používá dřevo, hliník a v omezeném množství ocel. Plastové i dřevěné okna se dnes vyrábějí také v kombinaci s hliníkovým opláštěním, v České republice není tento trend ale příliš rozšířen. Běžná individuální výstavba, jako jsou rodinné domy a běžné bytové domy, vystačí s oknem plastovým nebo dřevěným. V případě exkluzivních rodinných domů či individuálně navrhovaných bytových domů s vysokými architektonickými požadavky se spíše uplatní otvorové výplně dřevěné (s rozsáhlými možnostmi variability provedení), občas též okna a dveře hliníkové. [10]

A.5.1. Plastová okna

Velký rozvoj výroby tohoto druhu oken nastal po vypuknutí energetické krize na začátku 70. let dvacátého století. Poprvé v historii se začal přehodnocovat přístup k šetření s energiemi, což mělo za následek výměnu velkého množství zastaralých otvorových výplní v budovách za nové. Výměna probíhala hlavně z důvodu zlepšení tepelně-izolačních vlastností oken, které splní nové požadavky v této oblasti. Poptávka po výrobcích byla ale příliš velká a výrobci dřevěných oken neměli dostatečnou nabídku, aby poptávku uspokojili. Proto vznikl čistě průmyslový výrobek - plastové okno a posléze i dveře. Nejprve se zkoušely profily z PVC, které ale měly podstatnou vadu. Změkčovadla

postupem času vyprchávala a tím docházelo k degradaci materiálu, což při nižších venkovních teplotách způsobovalo mechanické poruchy. Později byl vyvinut materiál PVC bez změkčovadel, životnost těchto výrobků se prodloužila a tyto okna i splňovaly i nároky na otvorové výplně. Tento druh oken drží prvenství v použití, protože mají nízké náklady na výrobu a tím pádem mají nízkou pořizovací cenu. Plastová okna jsou nenáročná na údržbu a mají celkem dlouhou životnost.

Výhody:

- velmi příznivé technické vlastnosti
- velká odolnost vůči účinkům povětrnostním podmínkám a korozi
- nové výrobky jsou opatřeny folií chránící povrch výrobku před poškozením
- jsou tzv. bezúdržbová, resp. jsou velice nenáročná na údržbu
- možnost různých velikostí, tvarů a uspořádání
- možnost velkého množství různých barevných variant
- možnost mít odlišnou barvu v interiéru a exteriéru

Nevýhody:

- menší statická únosnost v porovnání s ostatními druhy
- vysoká citlivost na venkovní teploty
- větší nároky na seřízení části kování
- malá tuhost plastového profilu
- povrch má tendenci elektrostaticky přitahovat prach a nečistoty
- obnova povrchové úpravy není prakticky možná
- Při montáži jsou plastová okna náchylnější na poškození

[10]



Obr. č. 7 *Plastové okno a jeho ochranná folie [14]*

A.5.2. Dřevěná okna

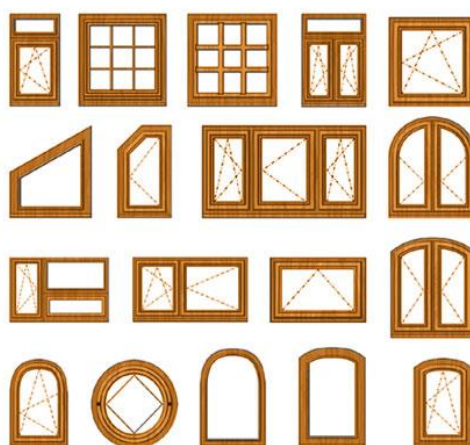
V dřívějších dobách bylo dřevo prakticky jediný materiál, používaný pro výrobu otvorových výplní. Nejprve se vyráběla okna jednoduchá s jednoduchou okenní výplní a později se zaváděla výroba různých druhů oken dvojitých (běžně známá jako kastlíková okna). V další fázi následovalo používání oken zdvojených. Tato okna jsou známá z panelových domů a jejich používání bylo rozšířeno v období po druhé světové válce. To umožnilo snížení nákladů na výrobu a zvýšení výrobní kapacity. Při tom fyzikální vlastnosti na tehdejší požadavky byly vyhovující. Na tyto druhy oken se používaly masivní, tzv. rostlé dřevo. Toto dřevo přirozeně schlo 4-5 let a tento způsob přípravy dřeva postačoval do doby sériové výroby. Při urychleném průmyslovém vysušování ale docházelo k poškození struktury dřeva vnitřním napětím. Začátkem devadesátých let minulého století se začaly zpříšňovat požadavky na tepelně-izolační vlastnosti oken. Aby bylo možné tyto nové podmínky splnit, došlo k vývoji nových masivnějších profilů, které jsou dnes ale používány jen pro repliky historických oken, jelikož dnešní požadavky by ani tento masivní profil nesplnil. V dnešní době je pro okna nutné použít profily slepené z jednotlivých dřevěných lamel. Jejich použití zajišťuje stabilitu výrobku a schopnost splnit požadované a deklarované vlastnosti dle nynějších požadavků.

Výhody:

- velmi dobré tepelně-technické vlastnosti plynoucí z přirozených fyzikálních vlastností dřeva
- pocitově příjemnější pro většinu lidí
- při pravidelné údržbě dlouhá životnost
- bezkonkurenční variabilita provedení
- zcela individuální vzhled oken a tím i cele budovy
- možnost jednoduché opravy při poškození povrchu
- výroba z přírodního obnovitelného materiálu

Nevýhody:

- výrazně vyšší pořizovací cena oproti oknům plastovým
- reakce na zvýšení vlhkosti vzduchu
- bez možnosti nalepení ochranné fólie u nových oken při expedici
- vyšší citlivost na ultrafialové spektrum slunečního záření
- nutnost obnovy povrchové úpravy v době od 5-10 let po instalaci oken [10]



Obr. č. 8 Dřevěná okna a jejich možné tvary

A.5.3. Hliníková okna

Hliníková okna se skládají vždy ze dvou materiálů - dvou hliníkových částí profilu a z části z tvrzeného PVC, která tvoří přerušení tepelného mostu a spojuje hliníkové části v jeden celek. Výroba oken je obdobná jako u plastových oken.

Výhody:

- v porovnání se dřevem a plastem má bezkonkurenční statickou odolnost a únosnost
- možnost zhotovení oken takových rozměrů, které při použití plastu nebo dřeva nejsou možné
- vytvoření rozsáhlých sestav, které mohou být samonosné
- velmi štíhlé profily - elegantní vzhled výrobku
- naprostá odolnost vůči povětrnostním vlivům
- v porovnání s plastovými a dřevěnými okny jsou mnohem lehčí
- povrchová úprava profilu má mnoho možností
- možnost recyklování celého výrobku

Nevýhody:

- vysoká pořizovací cena
- stavebně-fyzikální vlastnosti nedosahují hodnot srovnatelných se dřevem a plastem



Obr. č. 9 Hliníková okna [15]

A.5.4. Skleněné výplně

Obvykle se používají do otvorových výplní skleněné výplně, a to nejčastěji:

- jednoduché zasklení (pouze pro interiéry).
 - dříve se používalo ploché sklo o tloušťce 3 mm, dnes je obvyklejší 4 mm
- izolační dvojskla
 - jde v podstatě o 2 plochá skla slepená k sobě
 - distanční rámeček mezi nimi určuje jejich vzdálenost a vymezuje mezi nimi dutinu, které se obvykle pro zlepšení vlastností plní nějakým plynem, nejčastěji argonem, případně kryptonem (v ČR používán zřídka)
- izolační trojskla
 - princip je stejný jakou u dvojskel, pouze jsou k sobě pomoci distančních rámečků slepená 3 skla
- heat mirror s použitím odpovídající fólie
 - jde vlastně o trojsklo, kde prostřední sklo je nahrazeno platovou pokovenou fólií
 - výhodou tohoto zasklení je, že heat mirror má hmotnost stejnou jako dvojsklo, ale vlastnosti trojskla nebo více skla
- jiné

ČÁST.B VÝPOČTOVÁ ČÁST

ENERGETICKÝ AUDIT

PRŮMYSLOVÝ OBJEKT S ADMINISTRATIVNÍ ČÁSTÍ

firma APOS – AUTO, s. r. o.

Pražská 1602/7 Blansko, 678 01 Blansko



Zpracovatel:

Bc. Markéta Lysková

Adresa zpracovatele:

Kaštanová 867, Návší, 739 92 Návší

Telefon:

+420 732 837 884

Zodpovědný energetický specialista:

Ing. Pavel Adam, Ph. D.

Osvědčení o zapsání do seznamu ES:

-

Evidenční číslo energetického auditu:

-

Datum vypracování:

10. 1. 2017

B.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

B.1.1. Vlastník předmětu energetického auditu

Název: firma APOS – AUTO, s. r. o.
Sídlo: Pražská 1602/7 Blansko, 678 01 Blansko
IČ: 47906260

B.1.2. Předmět energetického auditu

Název: průmyslový objekt s administrativní částí
Adresa: Pražská 1602/7 Blansko, 678 01 Blansko

B.2 POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

B.2.1. Popis předmětu energetického auditu

Předmětem energetického auditu je průmyslový objekt s administrativní částí, který se nachází na ulici Pražská 1602/7 v Blansku. Budovu tvoří celkem 8 podlaží, z toho 1 podzemní. Objekt má obdélníkový půdorys o rozměrech 15,9 x 55,1 m.

Stávající objekt byl postaven v roce 1977 a dodnes nebyly provedeny žádné rekonstrukce. Byla jen realizována změna dispozičního řešení v určitých patrech, která ale nijak nezasáhla do obvodových konstrukcí budovy. Majitelem budovy je firma APOS AUTO s.r.o.

Objekt tvoří monolitická konstrukce skládající se ze železobetonových panelů a sloupů. Obvodový plášť je tvořen z tzv. boletických panelů, zbytek je pak vyzděn z cihelných tvárnic CDM. Omítky v budově jsou vápenné. Podlaha na zemině je tvořena betonem a

nášlapnou vrstvou, bez jakékoliv tepelné izolace. Střecha objektu je plochá se sklonem do 5°. Výplně otvorů jsou původní, zdvojené s ocelovou konstrukcí se součinitelem prostupu tepla $U = 3,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Vrata u skladovacích prostor jsou ocelová, bez prosklení s celkovým součinitelem prostupu tepla $U = 4,0 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$.

V rámci výpočtu byl objekt rozdělen na zóny z důvodu různé návrhové teploty, různého způsobu chlazení a různého provozu.

V přízemí budovy se nacházejí skladovací prostory – zóna Z8, kterými je i možno vstoupit do budovy, není to však hlavní vstup. Do objektu se vchází z vedlejší budovy. Ta však není součástí energetického auditu. V prvním patře se nachází 2 provozy a to kotelna – zóna Z5 a kanceláře – zóna Z1. Na druhém podlaží jsou dílny se šicími stroji – zóna Z4. Ve 3. a 4. patře jsou pak dílny – zóny Z2 a Z3, kde se zachází s lepidly. V 5. a 6. podlaží se pak opět nacházejí kanceláře – zóna Z1. Příprava teplé vody se uskutečňuje v suterénu. Na každém podlaží v jižní části objektu se pak nacházejí hygienická zázemí jak pro zaměstnance – zóna Z7, tak i pro případné návštěvníky. Rovněž jsou zde 2 schodiště – zóna Z6, jedno hlavní a jedno vedlejší. U obou schodišť se pak nachází osobní výtah, u schodiště vedlejšího pak i výtah nákladní.

Tab. č. 6 Základní informace o jednotlivých zónách

zóna	provoz	návrhová teplota [°C]	umístění	vnitřní plocha [m ²]	vnitřní plocha - celkem [m ²]
1	kanceláře	20	1/2 1NP + 5NP + 6NP	1 280,10	1 280,10
2	dílny A1	18	4NP	487,43	487,43
3	dílny A2	18	3NP	483,98	483,98
4	dílny B	18	2NP	497,62	497,62
5	kotelna	18	2/2 1NP	191,38	191,38
6	schodiště	10	na každém podlaží	186,80	1494,4
7	hyg. zázemí	24	na každém podlaží	119,77	838,39
8	sklady	10	0NP	465,69	465,69
Celkem - vytápěné zóny				-	5 738,99

Tab. č. 7 Zóna 1 - podrobnější popis

zóna 1	vnitřní plocha [m ²]	vnější plocha [m ²]
1NP	291,65	354,70
5NP	494,62	556,20
6NP	493,83	556,20

Tab. č. 8 Další informace o jednotlivých zónách

zóna	vnější plo- cha [m ²]	vnější plocha – celkem [m ²]	světlá výška [m]	konstrukční výška [m]	vnitřní objem [m ³]	vnější ob- jem [m ³]
1	1467,10	1 467,10	3,6	4,2	4 608,36	6 161,82
2	556,22	556,22	3,6	4,2	1 754,75	2 336,12
3	556,22	556,22	3,6	4,2	1 742,33	2 336,12
4	556,22	556,22	3,6	4,2	1 791,43	2 336,12
5	201,51	201,51	3,6	4,2	688,97	846,34
6	196,93	1 575,44	3,6	4,2	5 103,38	6 297,82
7	122,94	860,58	3,6	4,2	3 293,68	3 931,62
8	556,22	556,22	5,9	6,78	2 747,57	3 771,17
Celkem vytápěné zóny		6 329,51	-	-	21 730,46	28 017,15

Tab. č. 9 Zóna 6 a 7 – podrobnější popis

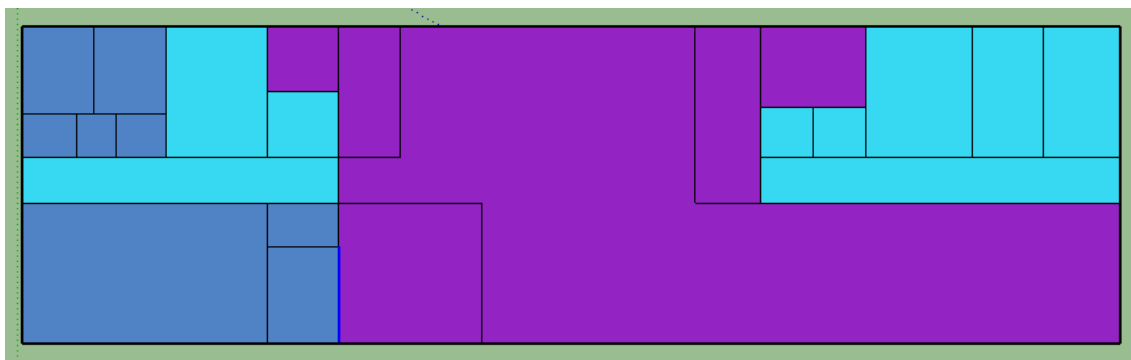
zóna	provoz	umístění	světlá výška [m]	konstrukční výš- ka[m]
6	schodiště	mezipatro	2,6	3,3
		ONP	3,12	3,48
7	hyg. zázemí	ONP	5,9	6,78

Protože je projektová dokumentace posuzovaného objektu ve velkém formátu a velmi křehkém stavu, byly výkresy půdorysů jednotlivých pater pouze vyfotografovány a následně schematicky zaznačeny v programu SketchUp 2014.

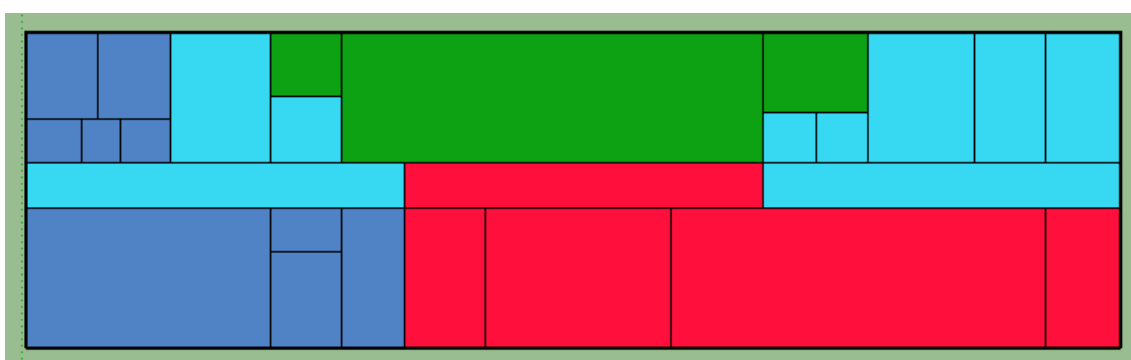
Legenda pro označení zón v patrech:

- 1 ... kanceláře...
- 2 ... dílny A1...
- 3 ... dílny A2...
- 4 ... dílny B...
- 5 ... kotelna...
- 6 ... schodiště...
- 7 ... hygienické zázemí...
- 8 ... skladiště...

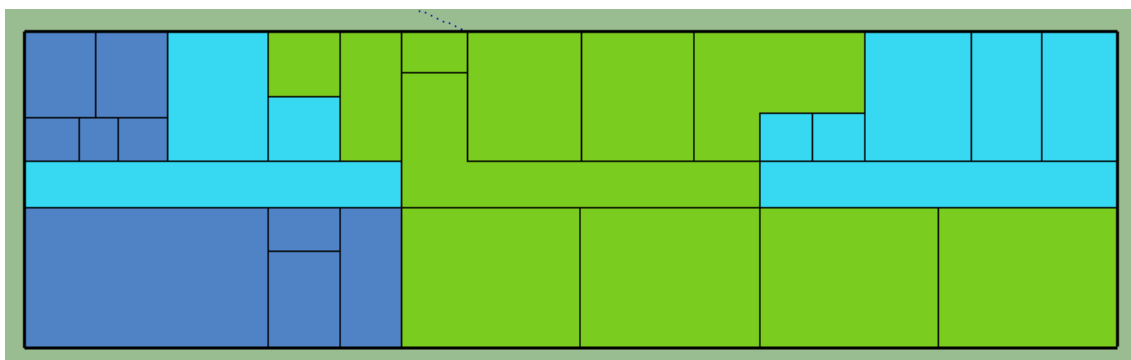




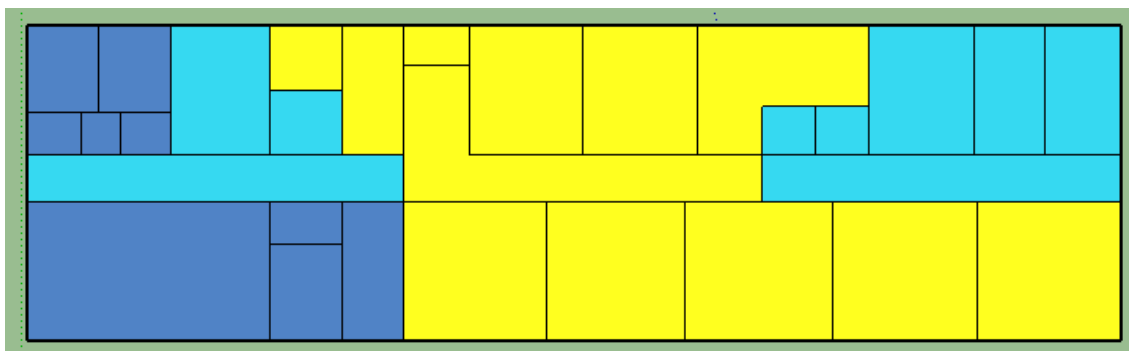
Obr. č. 10 Schématický půdorys přízemí



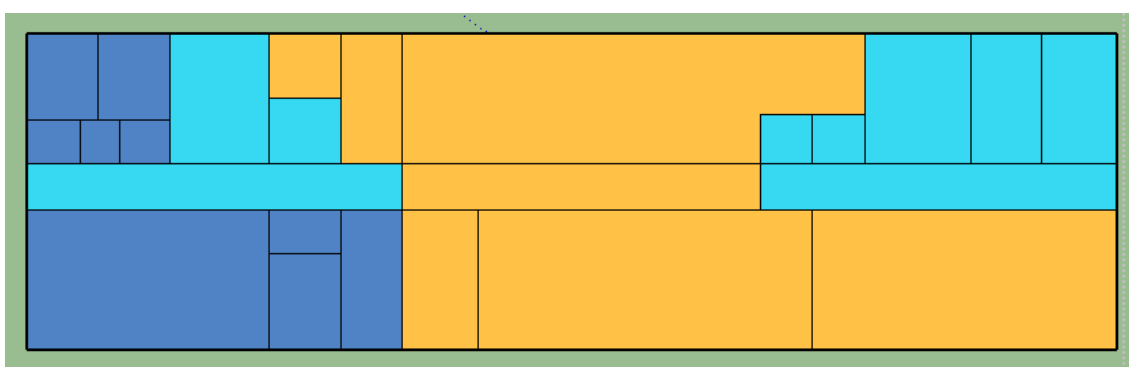
Obr. č. 11 Schématický půdorys 1NP



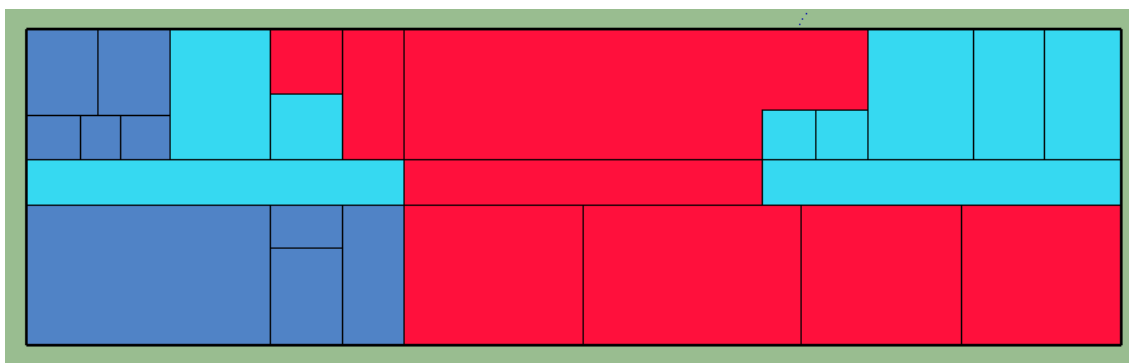
Obr. č. 12 Schématický půdorys 2NP



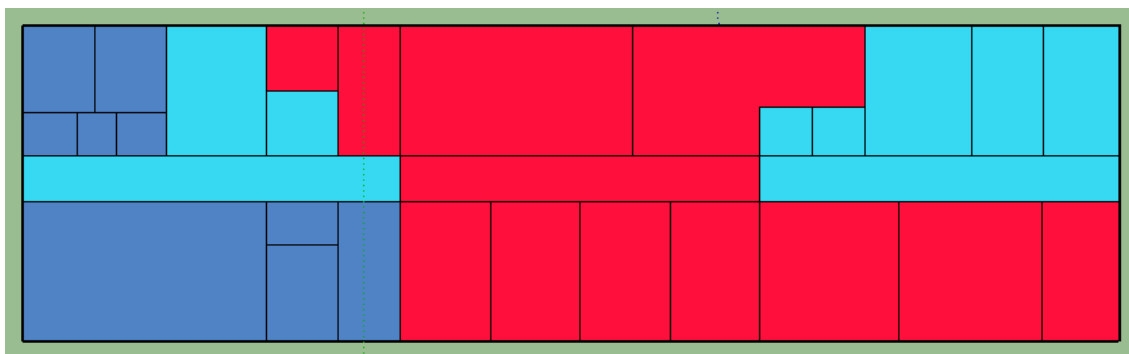
Obr. č. 13 Schématický půdorys 3NP



Obr. č. 14 Schématický půdorys 4NP



Obr. č. 15 Schématický půdorys 5NP



Obr. č. 16 Schématický půdorys 6NP

B.2.1.1 Charakteristika hlavních činností

Firma APOS – AUTO s.r.o. se zabývá poшивáním volantů nejen pro osobní automobily. V budově se nachází administrativní části (kanceláře) i průmyslové části (veškeré dílny). V dílnách se při výrobě používá značné množství různých lepidel. Proto jsou tyto dílny, nacházející se ve 3 a 4. podlaží, opatřeny větracími a rekuperačními jednotkami pro dostatečné odvětrávání. V administrativní části jsou pak kanceláře, do kterých docházejí stálí zaměstnanci ale i návštěvníci, nejčastěji v podobě zákazníků firmy APOS AUTO s.r.o. V objektu je celkem zaměstnáno 300 pracovníků. Objekt je v provozu 5 dní v týdnu – od pondělí do pátku – a pracovní doba trvá 8 hodin – od 6:30 do 14:30 s občasnými přesčasů. Délka přesčasů není známa.

Tab. č. 10 Přirozené větrání v zónách

zóna	provoz	umístění	počet pracovníků	dávka čerstvého vzduchu na 1 pracovníka [m ³ /hod]	vnitřní objem zóny [m ³]	intenzita větrání [1/h]
1	kanceláře	1/2 1NP + 5NP + 6NP	148	30	4 608,36	1,00
2	dílny A1	4NP	37	70	1 754,75	1,50
3	dílny A2	3NP	37	70	1 742,33	1,50
4	dílny B	2NP	38	70	1 791,43	1,50
5	kotelna	2/2 1NP	2	30	688,97	0,50
6	schodiště	na každém podlaží	60	30	5 103,38	0,50
7	toalety	na každém podlaží	90	50	3 293,68	1,50
8	sklady	0NP	35	50	2 747,57	0,60

B.2.1.2 Popis technických zařízení, systémů a budov

B.2.1.2.1 Vytápění

Vytápění celého objektu zajišťují 2 kondenzační kotle ve dvou modulech, které nesou označení WESSEX ModuMAX 250. Každý kotel má jmenovitý výkon až 500 kW, celkový tepelný výkon pro oba kotle je tedy 1000 kW. Zařízení jsou umístěny v 1. nadzemním podlaží v kotelně, kterou obsluhují 2 pracovníci.



Obr. č. 17 Kondenzační kotle a jejich označení

Dále se pro vytápění dílen, které se nachází ve 3NP a 4NP, používá v průběhu pracovní doby větrací a rekuperační jednotka, která nese označení VTS CLIMA CV-A 4-L/XH-298A/7-7/7-7. Podrobněji bude popsána v následujících kapitolách.

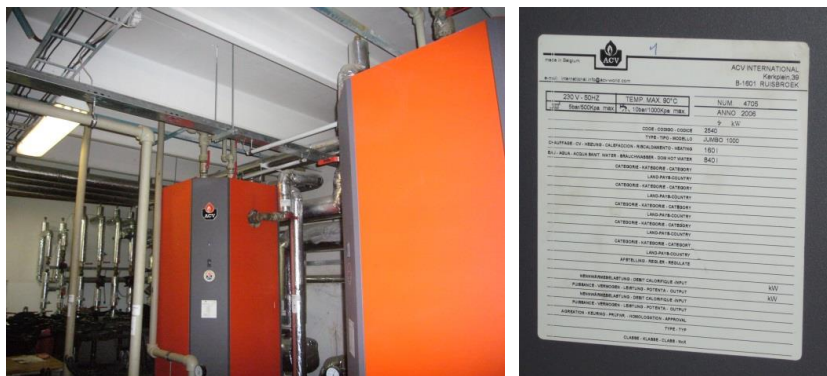


Obr. č. 18 Větrací a rekuperační jednotka ve 4NP

B.2.1.2.2 Příprava TV

Příprava teplé vody je realizována v zásobníku s označením ACV JUMBO 1000, který umožňuje přípravu velkého množství teplé vody za krátkou dobu. Tyto zásobníky jsou

zde celkem 2, každý o objemu 1000 l, celkový objem tedy 2000 l. Zásobníky se nacházejí v 1. podzemním podlaží.



Obr. č. 19 Zásobníkové ohřivače a jejich označení

B.2.1.2.3 Vzduchotechnika

V posuzovaném objektu jsou 2 větrací a rekuperační jednotky, s označením VTS CLIMA CV-A 4-L/XH-298A/7-7/7-7 a nacházejí se ve 3NP a 4NP, kde zajišťují mikroklima. Tato jednotka má vodní ohřivač s topným výkonem 64,38kW a pracuje s topnou vodou o spádu 80/60°C. Deskový rekuperční výměník této jednotky má teplotní účinnost 55%. Dále se zde nachází i chladič – přímý výparník, ve kterém je chladivo R 407c a má chladicí výkon 67,6 kW. Jsou zde 2 ventilátorové díly s elektromotory, oba s výkonem 5,5 kW a požadovaným el. napětím 400 V. Jednotky zde byly zřízeny v roce 2004. Viz Obr. č. 18.

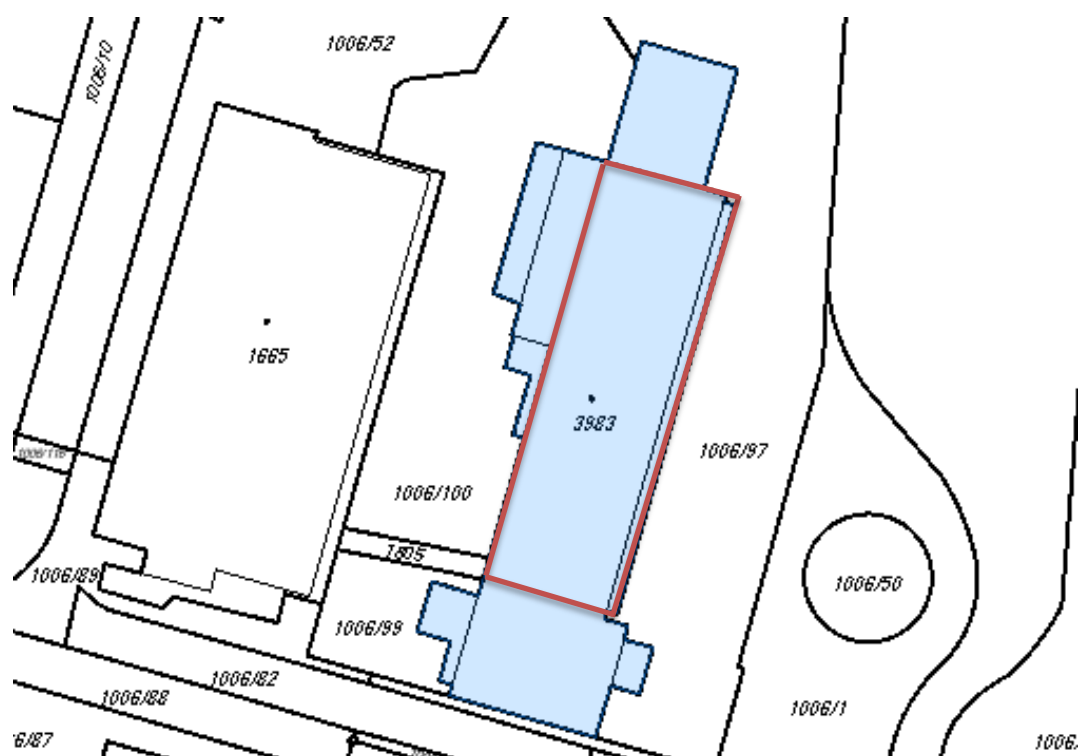
Další jednotky se nachází ve 2NP v celkovém počtu 4 ks. Jedná se o klimatizační jednotku GEA s chladícím výkonem 4 kW. Zdroj chladu se nachází na střeše.



Obr. č. 20 Klimatizační jednotka GEA



Obr. č. 22 Posuzovaný objekt – satelitní snímek [1]

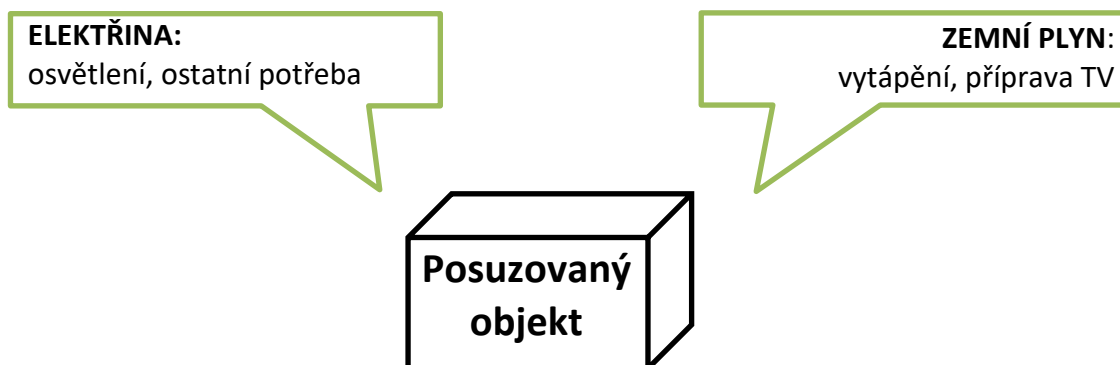


Obr. č. 23 Posuzovaný objekt – snímek z katastrální mapy [2]

B.2.2. Energetické vstupy za předcházející 3 roky

Vstupní energie, které jsou zaznamenány na fakturách:

- elektřina;
- zemní plyn.



Firma APOS AUTO, s.r.o. má uzavřenou smlouvu o dodávce elektrické energie, a zemního plynu, se sprostředkovatelem těchto služeb:

firmou BEC Poříčí s.r.o.

Pražská 1602/7, 678 01 Blansko

IČ: 27100618

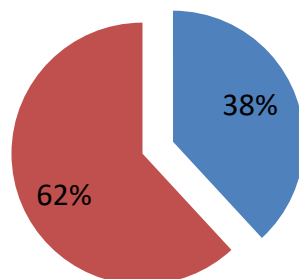
V následujících tabulkách – *Tab. č. 11 - 13* jsou uvedeny spotřeby paliv a energií za poslední 3 roky, včetně ročních nákladů. Jedná se o roky 2013, 2014 a 2015. V *Tab. č. 14* jsou pak tyto hodnoty zprůměrovány.

Tab. č. 11 Vstupy paliv a energie pro rok 2013

Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady v Kč s DPH
Elektřina	MWh	685,28	3,60	685,28	1 953 709
Zemní plyn	MWh	1 111,90	34,05	1 111,90	1 359 571
Celkem vstupy paliv a energie				1 797,18	3 313 281
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,00	0
Celkem spotřeba paliv a energie				1 797,18	3 313 281

Spotřeba v roce 2013 [%]

■ Elektřina ■ Zemní plyn



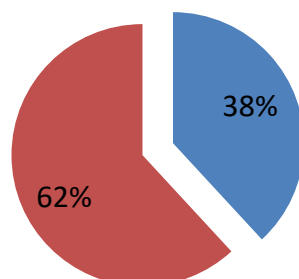
Graf č.1 Podíl jednotlivých složek spotřebovaných energií v roce 2013

Tab. č. 12 Vstupy paliv a energie pro rok 2014

Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady v Kč s DPH
Elektřina	MWh	543,41	3,60	543,41	1 549 241
Zemní plyn	MWh	881,71	34,05	881,71	1 078 105
Celkem vstupy paliv a energie				1 425,12	2 627 346
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,00	0
Celkem spotřeba paliv a energie				1 425,12	2 627 346

Spotřeba v roce 2014 [%]

■ Elektřina ■ Zemní plyn



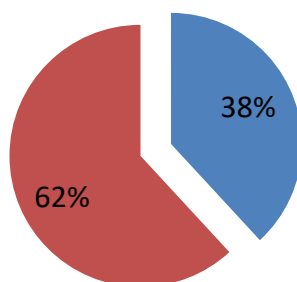
Graf č.2 Podíl jednotlivých složek spotřebovaných energií v roce 2014

Tab. č. 13 Vstupy paliv a energie pro rok 2015

Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady v Kč s DPH
Elektřina	MWh	595,47	3,60	595,47	1 697 666
Zemní plyn	MWh	966,18	34,05	966,18	1 181 392
Celkem vstupy paliv a energie				1 561,65	2 879 059
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,00	0
Celkem spotřeba paliv a energie				1 561,65	2 879 059

Spotřeba v roce 2015 [%]

■ Elektřina ■ Zemní plyn



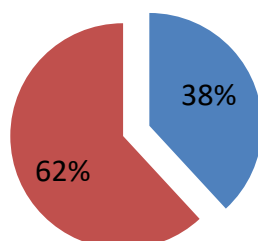
Graf č.3 Podíl jednotlivých složek spotřebovaných energií v roce 2015

Tab. č. 14 Vstupy paliv a energie pro rok 2013,2014 a 2015 – průměrná hodnota

Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady v Kč s DPH
Elektřina	MWh	608,05	3,60	608,05	1 733 539
Zemní plyn	MWh	986,60	34,05	986,60	1 206 356
Celkem vstupy paliv a energie				1 594,65	2 939 895
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				0,00	0
Celkem spotřeba paliv a energie				1 594,65	2 939 895

Průměrná spotřeba za roky 2013, 2014 a 2015 [%]

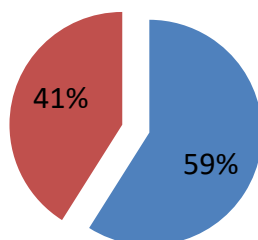
■ Elektřina ■ Zemní plyn



Graf č.4 Průměrná hodnota jednotlivých složek spotřebovaných energií v roce 2013, 2014 a 2015

Průměrné náklady za roky 2013, 2014 a 2015 [%]

■ Elektřina ■ Zemní plyn



Graf č.5 Průměrná hodnota jednotlivých složek na celkových nákladech v roce 2013, 2014 a 2015

B.2.3. Vlastní zdroje energie

Jak je již zmíněno výše, v objektu se nachází 2 kondenzační kotle ve 2 modulech WESSEX Modu MAX 250.

Tab. č. 15 a) Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie

ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	roční celková účinnost zdroje - z tabulky b) - (ř. 3 x 3,6 + ř. 7):ř. 12	(%)	97,50
2	roční účinnost výroby elektrické energie - z tabulky b) - (ř. 3 x 3,6):ř. 6	(%)	-
3	roční účinnost výroby tepla - z tabulky b) - (ř. 7 : ř. 11)	(%)	97,50
4	spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny - z tabulky b) - (ř. 6 : ř. 3)	(GJ/MWh)	0,00
5	spotřeba energie v palivu na výrobu tepla - z tabulky b) - (ř. 11 : ř. 7)	(GJ)	1,03
6	roční využití instalovaného elektrického výkonu - z tabulky b) - (ř. 3 : ř. 1)	(hod)	-
7	roční využití instalovaného tepelného výkonu - z tabulky b) - (ř. 7 : 3,6) : ř. 2	(hod)	881,60

Tab. č. 16 b) Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie

ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	(MW)	-
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	(MW)	1,00
3	Výroba elektřiny	(MWh)	0,00
4	Prodej elektřiny	(MWh)	-
5	Vlastní technologická spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny	(MWh)	-
6	Spotřebovaná energie v palivu na výrobu elektřiny	(GJ/r)	-
7	Výroba tepla	(GJ/r)	3 173,74
8	Dodávka tepla	(GJ/r)	3 255,12
9	Prodej tepla	(GJ/r)	0,00
10	Vlastní technologická spotřeba tepla na výrobu tepla	(GJ/r)	0,00
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	(GJ/r)	3 255,12
12	Spotřeba energie v palivu celkem	(GJ/r)	3 255,12

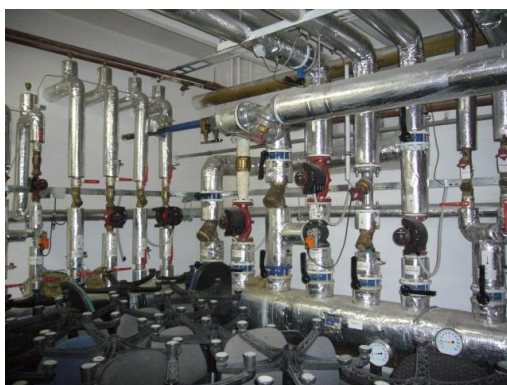
B.2.4. Rozvody energie

B.2.4.1 Rozvody pro vytápění

Otopná voda je rozváděna ocelovým izolovaným potrubím. Izolace je provedena z minerální vlny, která je opláštěná hliníkovou fólií. Rozvody k otopným tělesům jsou původní z dob výstavby objektu. Nově je pak zařízena kotelna, jejíž rekonstrukce proběhla v roce 2003. Oběh otopné vody zajišťují oběhová čerpadla GRUNDFOS MAGNA 65/120-F a GRUNDFOS MAGNA 40/120-F.



Obr. č. 24 Oběhová čerpadla



Obr. č. 25 Rozvody pro vytápění

Jako otopná tělesa se v objektu používají litinové článkové radiátory, které jsou umístěny pod okny. Radiátory jsou opatřeny ručním ventilem.



Obr. č. 26 Otopná tělesa v kancelářích

B.2.4.2 Rozvody teplé a studené vody

Rozvody vody tvoří ocelové izolované trubky. Tyto rozvody jsou nové z doby rekonstrukce kotelny, při níž proběhla výměna zásobníků a to v roce 2003. Je zde instalován vodoměr, pro celý objekt.



Obr. č. 27 Rozvody vody

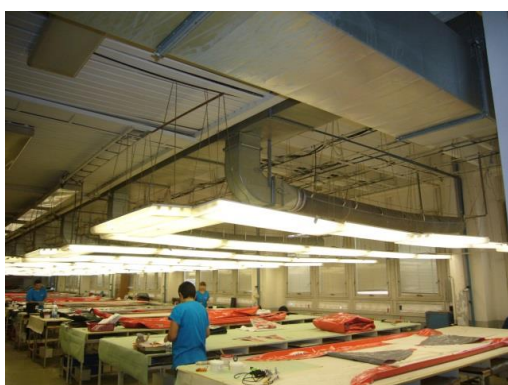


Obr. č. 28 Zásobníky pro teplou vodu

Studená voda je do objektu přiváděna obecním vodovodem přes přípojku. Je pak rozváděna potrubím až k místům odběru.

B.2.4.3 Rozvody pro VZT

Rozvody pro obě větrací a rekuperační jednotky jsou z nerezového plechu obdélníkového tvaru. Jako koncové prvky jsou použity textilní vyústky o průměru 225 mm a délce 4,4 m v počtu 11 ks na jednom podlaží, celkem tedy 22 ks. Kondenzát je sveden do nejbližšího stávajícího odpadu.



Obr. č. 29 Textilní vyústky

B.2.4.4 Rozvody plynu

Plyn je k budově přiveden vedením v zemi a poté stoupá vzhůru po fasádě až do kotelny v 1NP. Měření průtoků probíhá pomocí plynoměrů, celkem 3 ks.

B.2.4.5 Rozvody klimatizace

Chladivo, které je zde použito, není známo. Klimatizační jednotky jsou však zde realizovány nově. Rozvody jsou dle odborného odhadu provedeny dle předpisů.

B.2.4.6 Rozvody elektrické energie

Rozvody jsou původní z doby výstavby objektu a jsou provedeny v mědi. Měření pak zajištěno elektroměry, celkem 2 ks. Navržen je běžný zásuvkový a světelný rozvod dle požadavků pro jednotlivé místnosti. Ovládání osvětlení je umístěno vždy u vstupu do jednotlivých místností.

B.2.5. Významné spotřebiče energie

V objektu jsou kromě zařízení zmíněné v předchozích kapitolách dále provozovány běžné spotřebiče, jako jsou počítače s monitory a tiskárnami. Dále pak 16 šicích strojů v dílnách ve 2. NP a rychlovarné konvice v kuchyňkách, které jsou na každém podlaží. Přesný počet spotřebičů a ani jejich příkon není znám. Počty zařízení byly uzpůsobeny dle počtu pracovníků.

B.2.6. Tepelně technické vlastnosti budovy

Objekt byl postaven v roce 1977 a dodnes na něm neproběhla žádná rekonstrukce, která by nějak zasahovala do konstrukcí, které tvoří obálku budovy. Některé skladby konstrukcí byly zjištěny z výkresové dokumentace nebo prováděcího projektu, některé byly vytvořeny dle odborného odhadu. V následujících tabulkách jsou sepsány skladby jednotlivých konstrukcí, které tvoří obálku budovy, a součinitel prostupu tepla U [$W/(m^2 \cdot K)$] byl převzat z výsledků z programu PROTECH, s. r. o., Nový Bor.

Tab. č. 17 Skladby neprůsvitných konstrukcí

SO 1	- obvodová stěna – boletický panel		
vrstvy	materiál	d	U
		[m]	[$W/(m^2 \cdot K)$]
1	omítka vápenná	0,015	1,41
2	dřevotřísková deska	0,030	
3	tepelná izolace	0,020	
4	vzduchová mezera	0,085	
5	obvodový plášť – smaltované sklo	0,01	
Celkem		0,160	

SO 2	- obvodová stěna – zděná stěna z CDM		
vrstvy	materiál	<i>d</i>	<i>U</i>
		[m]	[W/(m ² *K)]
1	omítka vápenná	0,010	2,08
2	zdivo z CDM - cihelné tvárnice	0,240	
3	omítka vápenná	0,010	
Celkem		0,26	

SCH 1	- střecha plochá		
vrstvy	materiál	<i>d</i>	<i>U</i>
		[m]	[W/(m ² *K)]
1	žb panel	0,215	0,59
2	cementový potěr	0,020	
3	polsid – tepelná izolace	0,050	
4	potěr cementový	0,020	
5	perlit beton	0,080	
6	cementový potěr	0,020	
7	optifol E	0,0015	
8	optifol E	0,0015	
Celkem		0,408	

STR 1	- strop suterénu		
vrstvy	materiál	<i>d</i>	<i>U</i>
		[m]	[W/(m ² *K)]
1	nášlapná vrstva – keramická dl.	0,020	2,13
2	disperzní lepidlo	0,020	
3	cementový potěr	0,040	
4	stropní panel ŽB	0,1000	
Celkem		0,18	

SO 3	- obvodová stěna – stěna suterénu		
vrstvy	materiál	<i>d</i>	<i>U</i>
		[m]	[W/(m ² *K)]
1	omítka vápenná	0,015	2,40
2	zdivo z CP -	0,150	
3	omítka vápenná	0,015	
Celkem		0,18	

PDL 1	- podlaha suterénu		
vrstvy	materiál	<i>d</i>	<i>U</i>
		[m]	[W/(m²*K)]
1	nášlapná vrstva – keramická dl.	0,025	3,80
2	disperzní lepidlo	0,025	
3	cementový potěr	0,050	
4	stropní panel ŽB	0,001	
Celkem		0,101	

Tab. č. 18 Výplně otvorů:

OJD 1	- okno zdvojené - ocelový rám	<i>U</i>	[W/(m²*K)]	3,80
DG 1	- garážová vrata	<i>U</i>	[W/(m²*K)]	4,00

B.2.7. Systém managementu hospodaření energií podle ČSN EN ISO 50001

V posuzovaném objektu nejsou žádná technická nebo organizační opatření pro kontrolu hospodaření s energiemi. Konkrétní spotřeby jednotlivých energií vypovídají jen měřící přístroje – elektroměr, plynoměr a vodoměr.

B.3 VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU

B.3.1. Vyhodnocení účinnosti užití energie

B.3.1.1 Ve zdrojích energie

V objektu jsou využívány 2 kondenzační kotle ve dvou modulech. Oba kotle pracují s teplotní účinností 97,5 %.

Dále se pro vytápění dílen, které se nachází ve 3NP a 4NP, používá v průběhu pracovní doby větrací a rekuperační jednotka s teplotní účinností 55%. Nachází se zde i chladič – přímý výparník, ve kterém je chladivo R 407c a má chladicí výkon 67,6 kW.

Příprava teplé vody je realizována v zásobníku. Tyto zásobníky jsou zde celkem 2, každý o objemu 1000 l, celkový objem tedy 2000 l. Zásobníky se nacházejí v 1. podzemním podlaží. Účinnost přípravy teplé vody v těchto zásobnících je 94 %.

B.3.1.2 V rozvodech tepla a chladu

V rozvodech tepla byla účinnost distribuce stanovena odborným odhadem na 85 %.

V rozvodech chladu byla účinnost distribuce stanovena odborným odhadem na 95%.

B.3.1.3 Ve významných spotřebičích energie

Umělé osvětlení:

Osvětlení je řešeno pomocí zářivkových svítidel, v kancelářích pak navíc i stolními lampami se žárovkami. Účinnost zářivek je 7%

Technologická zařízení:

Část elektrické energie spotřebují VZT jednotky, dále pak klimatizační jednotky. Zbytek elektřiny je využíváno na osvětlení, kancelářské spotřebiče a hlavně pro zařízení a přístroje používané při výrobě.

B.3.2. Vyhodnocení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí budovy

Vyhodnocení obvodových konstrukcí, tvořící obálku budovy, bylo provedeno dle normy ČSN 73 05 40 – 2 (2011), odkud byly vzaty požadované a doporučené hodnoty pro jednotlivé konstrukce.

Tab. č. 19 Požadované, a doporučené, hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně [3]

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² ·K)]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$	$U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,3	0,2	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,3	0,2	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,3	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,3	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,6	0,4	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,5	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,5	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině	0,85	0,6	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami	1,05	0,7	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,7	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,3	0,9	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,8	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4

Tab. č. 20 Posouzení konstrukcí

Zařazení konstrukci dle popisu z normy ČSN 73 05 40 – 2 (2011):

- SO 1 - stěna vnější - lehká
- SO 2 - stěna vnější - těžká
- SCH 1 - střecha plochá
- STR 1 - strop vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru
- OJD 1 - výplň otvoru ve vnější stěně
- DG 1 - dveřní výplň otvoru

označení konstrukce	vypočtená hodnota U [W/(m ² *K)]	požadovaná hodnota U_n [W/(m ² *K)]	splnění požadované hodnoty	doporučená hodnota U_{rec} [W/(m ² *K)]	splnění doporučené hodnoty
---------------------	--------------------------------------------------	-----------------------------------------------------	----------------------------	---------------------------------------------------------	----------------------------

Neprůsvitné konstrukce:

SO 1	0,58	0,3	NE	0,2	NE
SO 2	2,08	0,3	NE	0,25	NE
SCH 1	0,59	0,24	NE	0,16	NE
STR 1	2,13	0,6	NE	0,4	NE

Výplně otvorů:

OJD 1	3,80	1,5	NE	1,2	NE
DG 1	4,00	1,7	NE	1,2	NE

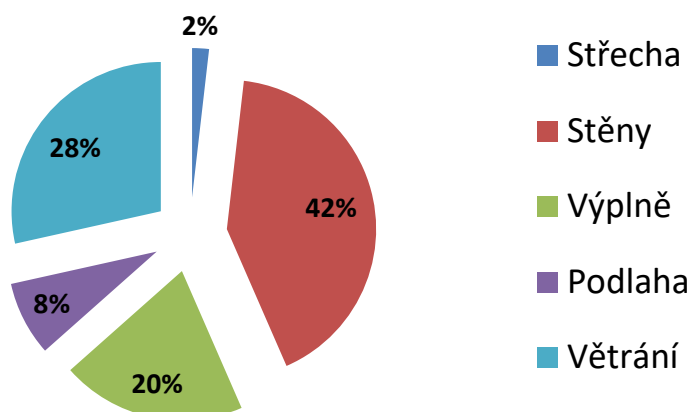
Legenda označení:

- SO 1 - obvodová stěna - boletický panel
- SO 2 - obvodová stěna - zděná stěna z CDM
- SCH 1 - střecha plochá
- STR 1 - strop nad suterénem
- OJD 1 - okno zdvojené - ocelový rám
- DG 1 - garážová vrata

Tab. č. 21 Rozdělení tepelných ztrát objektu - VÝCHOZÍ STAV

Tepelné ztráty budovy	H [W]
Střecha	11 213
Stěny	256 080
Výplně	132 033
Strop	49 617
Tepelná ztráta prostupem tepla obálkou budovy	439 943
Tepelná ztráta větráním v budově	175 198
Celková tepelná ztráta objektu po odečtení tepelných zisků	615 141

Rozdělení tepelných ztrát [%]



Graf č.6 Rozdělení tepelných ztrát objektu - VÝCHOZÍ STAV

Průměrný součinitel prostupu tepla:

Vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} je 1,99 W/(m²*K). Tato hodnota je vyšší než požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,Ref}$ 0,85 W/(m²*K). Není tedy splněna podmínka pro hodnocení energetické náročnosti budov dle ČSN 73 0540 – 2 (2011) a budova tak nevyhovuje požadované hodnotě a patří tak do kategorie G – Mimořádně nehospodárná.

Tepelné ztráty budovy:

- Výpočet byl proveden za těchto podmínek:

○ Lokalita:	Blansko
○ Nejnižší venkovní výpočtová teplota:	- 15°C
○ Délka topného období d :	222 dní
○ Průměrný počet denostupňů D :	2 417 K*den

Součet měrných tepelných ztrát prostupem tepla budovy $H_{Tm} = 12\,372$ W/K a součet měrných tepelných ztrát větráním $H_{Vm} = 6\,748$ W/K. Tepelná ztráta celé budovy $Q_{cm} = 615,141$ kW, pro průměrnou teplotu v objektu 16,44 °C. Hodnoty byly vzaty ze softwaru Protech, s.r.o., Nový Bor.

B.3.3. Model energetické potřeby budovy

Roční potřeba tepla pro přípravu teplé vody byla vypočtena následovně:

$$Q_{TV,r} = \text{počet osob} * \text{potřeba tepla} * \text{počet dní v roce}$$

Tab. č. 22 Výpočet potřeby tepla pro přípravu teplé vody

popis	hodnota
počet zaměstnanců	302 osob
potřeba tepla dle provozu:	
- hygienické zázemí	1,5 kWh/os/den
- ostatní provozy	0,4 kWh/os/den
počet pracovních dnů v roce	260 dní
potřeba tepla pro přípravu teplé vody	260,37 GJ

- Výpočet spotřeby tepla pro přípravu teplé vody:
 - Spotřeba = potřeba * (1+((100 - účinnost zdroje)/100))
 - Účinnost zdroje pro přípravu teplé vody = 94%

Spotřeba pro přípravu teplé vody je pro všechny 3 roky stejná při předpokladu, že se počet stálých zaměstnanců nemění.

Tab. č. 23 Spotřeba zemního plynu z faktur a výpočtů a jejich porovnání

porovnání [GJ]		2013	2014	2015	průměr	poměr [-]
spotřeba pro přípravu TV	faktury	299,44	293,71	296,10	296,41	1,074
	výpočet	275,99	275,99	275,99	275,99	

Roční potřeba tepla na vytápění budovy bylo zjištěno pomocí denostupňové metody. Výsledky této metody ovlivňují tepelné ztráty budovy, klimatické podmínky lokality stavby a provozní režim vytápění v objektu.

Vztah pro výpočet potřeby energie na vytápění:

$$Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o * \eta_r} * \frac{24 * Q_c * D}{(t_{is} - t_e)}$$

Tab. č. 24 Veličiny ve vztahu pro výpočet potřeby energie na vytápění

popis veličiny	veličina	hodnota
potřeba tepla na vytápění	$Q_{vyt,r}$	Viz Tab. č. 25
tepelné ztráty objektu	Q_c	615,14 kW
tepelné ztráty infiltrací (0,8-0,9)	ε_i	0,9
snížení teploty v místnosti (0,8 -pro školy; 1,0 - pro nemocnice)	ε_t	0,9
zkrácení doby vytápění (1,0 - 7denní provoz; 0,9 - 6denní; 0,8 – 5 denní)	ε_d	0,8
celkový opravný součinitel; $\varepsilon = \varepsilon_i * \varepsilon_t * \varepsilon_d$	ε	0,648
účinnost obsluhy (1,0- plynová kotelna; 0,9 - kotelna na pevná paliva)	η_o	1
účinnost rozvodů (0,95 - 0,98 dle provedení)	η_r	0,95
teplota v exteriéru	t_e	-15 °C
délka topného období	d	Viz Tab. č. 25
vnitřní výpočtová teplota	t_{is}	16,44 °C
počet denostupňů:	D	Viz Tab. č. 25

Tab. č. 25 Počet denostupňů pro jednotlivé roky

rok	označení	2013	2014	2015	průměr za 3 roky
délka topného období	d [dny]	225	218	222	222
počet denostupňů	D [K*den]	2 724	2 160	2 367	2 417
potřeba tepla na vytápění	$Q_{vyt,r}$ [GJ]	3 142,42	2 491,79	2 730,59	2 788,27

Pozn. Hodnoty pro d a D byly zjištěny pomocí výpočtu na portálu tzb-info.cz [19]

Tab. č. 26 Spotřeba zemního plynu z faktur a výpočtu dle denostupňové metody a jejich porovnání

porovnání [GJ]		2013	2014	2015	průměr	poměr [-]
spotřeba pro vytápění	faktury	3 703,40	2 880,44	3 182,15	3 255,33	1,075
	výpočet	3 413,41	2 706,67	2 966,06	3 028,71	

- Výpočet spotřeby tepla pro vytápění:
 - Spotřeba = potřeba * (1+((100 - účinnost zdroje)/100))
 - Účinnost zdroje pro vytápění = 97,5%

Tab. č. 27 Celková spotřeba zemního plynu dle faktur a výpočtů a jejich porovnání

porovnání [GJ]		2013	2014	2015	průměr	poměr [-]
celková spotřeba	faktury	4 002,84	3 174,15	3 478,25	3 551,74	1,075
	výpočet	3 689,40	2 982,66	3 242,05	3 304,70	

Jak jde vidět v *Tab. č. 27*, spotřeby dle faktur jsou vyšší, než zjištěné hodnoty dle výpočtů. Znamená to tedy, že se v objektu vytápí jinak, než jsou nastaveny teploty výpočtu. Zároveň se ale neliší více než o 10% a dá se tedy říct, že je výpočetní model nastaven správně. Dále budu vycházet ze skutečných spotřeb dle faktur, kdy se budu pohybovat na straně bezpečné, a to z průměru za roky 2013, 2014 a 2015.

Spotřeba elektrické energie je známa jen z faktur:

Tab. č. 28 Spotřeba elektrické energie

rok	2013	2014	2015	průměr
spotřeba elektřiny dle faktur [GJ]	2 467,01	1 956,27	2 143,69	2 188,99

B.3.4. Vyhodnocení úrovně systému managementu hospodaření energií

Jak je již zmíněno výše, v posuzovaném objektu není zaveden žádný systém managementu hospodaření s energiemi.

B.3.5. Celková energetická bilance

Tab. č. 29 Výchozí roční energetická bilance

Ukazatel	Energie		Náklady
	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)
Vstupy paliv a energie	5 740,73	1 594,65	2 939,89
Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00
Spotřeba paliv a energie (ř. 1 + ř. 2)	5 740,73	1 594,65	2 939,89
Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00
Konečná spotřeba paliv a energie (ř. 3 - ř. 4)	5 740,73	1 594,65	2 939,89
Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř. 5)	99,18	27,55	33,69
Spotřeba energie na vytápění (z ř. 5)	3 173,74	881,60	1 077,97
Spotřeba energie na chlazení (z ř. 5)	259,42	72,06	205,44
Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř. 5)	278,82	77,45	94,70
Spotřeba energie na větrání (z ř. 5)	441,83	122,73	349,90
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř. 5)	0,00	0,00	0,00
Spotřeba energie na osvětlení (z ř. 5)	329,96	91,66	261,31
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)	1 157,80	321,61	916,90

B.4 NÁVRHY JEDNOTLIVÝCH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE

Úspory jednotlivých opatření jsou spočítány pomocí denostupňové metody na základě tepelných ztrát objektu po aplikaci daného opatření. Ceny energií byly spočítány podle faktur jako průměrné hodnoty za poslední 3 roky. V cenách energií je zahrnuto i DPH (21%).

- Cena zemního plynu: 1,22 Kč/kWh
- Cena elektřiny: 2,85 Kč/kWh

Ceny nákladů pro jednotlivá opatření byly stanoveny odborným odhadem a mohou se pak při případné realizaci lišit právě od navržených cen z důvodu jiných cen zvoleného dodavatele materiálů a služeb. V cenách realizací pro jednotlivá opatření je také zahrnuto DPH (21%). Do návrhu cen jednotlivých opatření bylo započteno to nejnutnější pro daný proces. Další položky záleží na okolnostech konkrétních návrhů.

B.4.1. Opatření č. 1

B.4.1.1 Název a popis opatření

Výměna nevyhovujících výplní otvorů:

Toto opatření by zahrnovalo nové výplně otvorů, které by splňovaly hodnoty dle ČSN 730540 – 2 (2011). Nejednalo by se o garážová vrata, která mají celkovou plochu jen 16,22 m² a jejich výměna by proto neměla téměř žádný vliv na celkovou tepelnou ztrátu objektu. Nové výplně okenních otvorů byly navrženy jako plastová okna s izolačním dvojsklem, $U = 1,1 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$.

Tab. č. 30 Opatření č. 1 – posouzení konstrukcí dle ČSN 73 0540 – 2 (2011)

název konstrukce	stávající U	nové U	požadované $U_{N,20}$	doporučené U_{rec}
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
OJD 1	3,80	1,10	1,5	1,2
	splnění požadavku:		ANO	ANO

B.4.1.2 Roční úspory energie

Tab. č. 31 Opatření č. 1 – tepelná ztráta objektu

VÝMĚNA VÝPLNÍ OTVORŮ	stávající stav	stav po realizaci opatření
	W	W
celková tepelná ztráta objektu	615 141	528 875

Toto opatření zmenší tepelné ztráty objektu, což se projeví ve spotřebě zemního plynu - zmenší se spotřeba energie na vytápění.

Tab. č. 32 Opatření č. 1 – úspory

VÝMĚNA VÝPLNÍ OTVORŮ	stávající stav		stav po realizaci opatření	
	GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
spotřeba zemního plynu	3 551,74	1 206 356,02	3 053,66	1 037 179,35
spotřeba elektrické energie	2 188,99	1 733 538,87	2 140,47	1 695 117,07
celkové množství energií	5 740,73	2 939 894,89	5 194,13	2 732 296,42
úspory zemního plynu	-	-	498,09	169 176,67
úspory elektrické energie	-	-	-	-
celková úspora energie	-	-	498,09	169 176,67

B.4.1.3 Náklady na realizaci

Výměna by se tedy týkala jen okenních výplní. Nová okna budou dle rozměrů původních. Cena zahrnuje realizaci nových okenních výplní, včetně demontáže původních.

Tab. č. 33 Opatření č. 1 - náklady

VÝMĚNA VÝPLNÍ OTVORŮ		
plocha konstrukce	m ²	1 001,34
cena za 1 m ²	Kč	4 500,00
celkové náklady	Kč	4 506 030,00

B.4.2. Opatření č. 2

B.4.2.1 Název a popis opatření

Zateplení obvodového pláště

Toto opatření by zahrnovalo výměnu tepelné izolace (u obvodové stěny SO 1) a její doplnění (u obvodové stěny SO 2) tak, aby splňovaly hodnoty uvedené v normě ČSN 73 05 40 – 2 (2011). Nová tepelná izolace pro obvodovou stěnu SO1 byla navržena tloušťky 0,18 m se součinitele tepelné vodivosti $\lambda = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Pro obvodovou stěnu SO2 byla navržena tepelná izolace o tloušťce 0,16 m a $\lambda = 0,041 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Tab. č. 34 Opatření č. 2 – posouzení konstrukcí dle ČSN 73 0540 – 2 (2011)

název konstrukce	stávající U	nové U	požadované $U_{N,20}$	doporučené U_{rec}
	$[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	$[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	$[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$	$[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$
SO 1	1,41	0,20	0,3	0,20
SO 2	2,08	0,25	0,3	0,25
	splnění požadavku:		ANO	ANO

B.4.2.2 Roční úspory energie

Toto opatření zmenší tepelné ztráty objektu, což se projeví ve spotřebě zemního plynu - zmenší se spotřeba energie na vytápění.

Tab. č. 35 Opatření č. 2 - tepelná ztráta objektu

ZATEPLENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ	stávající stav	stav po realizaci opatření
	W	W
celková tepelná ztráta objektu	615 141	435 080

Tab. č. 36 Opatření č. 2 – úspory

ZATEPLENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ	stávající stav		stav po realizaci opatření	
	GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
spotřeba zemního plynu	3 551,74	1 206 356,02	2 512,10	853 237,52
spotřeba elektrické energie	2 188,99	1 733 538,87	2 140,47	1 695 117,07
celkové množství energií	5 740,73	2 939 894,89	4 652,57	2 548 354,58
úspory zemního plynu	-	-	1 039,65	353 118,51
úspory elektrické energie	-	-	-	-
celková úspora energie	-	-	1 039,65	353 118,51

B.4.2.3 Náklady na realizaci

Cena nákladů na zateplení obvodové stěny SO1 je včetně demontáže původní tepelné izolace, nového opláštění a roštu pro nové opláštění. Ceny obsahují pořízení dané tepelné izolace a náklady spojené s realizací opatření.

Tab. č. 37 Opatření č. 2 - náklady

ZATEPLENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ		Konstrukce SO 1
plocha konstrukce	m ²	1 362,36
cena za 1 m ²	Kč	3 000,00
celkové náklady	Kč	4 087 080,00

ZATEPLENÍ OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ		Konstrukce SO 2
plocha konstrukce	m ²	2 141,40
cena za 1 m ²	Kč	1 200,00
celkové náklady	Kč	2 569 680,00

Celkové náklady pro zateplení obvodového pláště budovy jsou 6 656 760 Kč.

B.4.3. Opatření č. 3

B.4.3.1 Název a popis opatření

Zateplení střešní konstrukce

Toto opatření by zahrnovalo doplnění tepelné izolace jako vrchní vrstva tak, aby splňovala hodnoty uvedené v normě ČSN 73 05 40 – 2 (2011). Nová tepelná izolace pro střešní konstrukci byla navržena tloušťky 0,14 m se součinitele tepelné vodivosti $\lambda = 0,039 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Tab. č. 38 Opatření č. 3 – posouzení konstrukce dle ČSN 73 0540 – 2 (2011)

název konstrukce	stávající U	nové U	požadované $U_{N,20}$	doporučené U_{rec}
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
SCH 1	0,59	0,16	0,24	0,16
	splnění požadavku:		ANO	ANO

B.4.3.2 Roční úspory energie

I toto opatření zmenší tepelné ztráty objektu, což se projeví ve spotřebě zemního plynu - zmenší se spotřeba energie na vytápění.

Tab. č. 39 Opatření č. 3 – tepelná ztráta objektu

ZATEPLENÍ STŘEŠNÍ KONSTRUKCE	stávající stav	stav po realizaci opatření
	W	W
celková tepelná ztráta objektu	615 141	606 928

Tab. č. 40 Opatření č. 3 – úspory

ZATEPLENÍ STŘEŠNÍ KONSTRUKCE	stávající stav		stav po realizaci opatření	
	GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
spotřeba zemního plynu	3 551,74	1 206 356,02	3 504,32	1 190 249,47
spotřeba elektrické energie	2 188,99	1 733 538,87	2 140,47	1 695 117,07
celkové množství energií	5 740,73	2 939 894,89	5 644,80	2 885 366,54
úspory zemního plynu	-	-	47,42	16 106,55
úspory elektrické energie	-	-	-	-
celková úspora energie	-	-	47,42	16 106,55

B.4.3.3 Náklady na realizaci

Cena realizace tohoto opatření zahrnuje veškeré náklady spojené s tímto opatřením.

Tab. č. 41 Opatření č. 3 - náklady

ZATEPLENÍ STŘEŠNÍ KONSTRUKCE		
plocha konstrukce	m ²	876,09
cena za 1 m ²	Kč	2 000,00
celkové náklady	Kč	1 752 180,00

B.4.4. Opatření č. 4

B.4.4.1 Název a popis opatření

Zateplení podlahy nad suterénem

Toto opatření by zahrnovalo zateplení stropu, který je nad nevytápěným suterénem. Tepelná izolace by se doplnila v potřebné tloušťce tak, aby splňovala hodnoty uvedené v normě ČSN 73 05 40 – 2 (2011). Nová tepelná izolace pro strop nad suterénem byla navržena tloušťky 0,08 m se součinitele tepelné vodivosti $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$.

Tab. č. 42 Opatření č. 4 – posouzení konstrukce dle ČSN 73 0540 – 2 (2011)

název konstrukce	stávající U	nové U	požadované $U_{N,20}$	doporučené U_{rec}
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]
STR 1	2,13	0,39	0,6	0,4
splnění požadavku:			ANO	ANO

B.4.4.2 Roční úspory energie

Toto opatření také zmenší tepelné ztráty objektu, což se projeví ve spotřebě zemního plynu - zmenší se spotřeba energie na vytápění.

Tab. č. 43 Opatření č. 4 – tepelná ztráta objektu

ZATEPLENÍ STROPU SUTERÉNU	stávající stav	stav po realizaci opatření
	W	W
celková tepelná ztráta objektu	615 141	574 559

Tab. č. 44 Opatření č. 4 – úspory

ZATEPLENÍ STROPU SUTERÉNU	stávající stav		stav po realizaci opatření	
	GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
spotřeba zemního plynu	3 551,74	1 206 356,02	3 317,43	1 126 770,46
spotřeba elektrické energie	2 188,99	1 733 538,87	2 140,47	1 695 117,07
celkové množství energií	5 740,73	2 939 894,89	5 457,90	2 821 887,53
úspory zemního plynu	-	-	234,32	79 585,56
úspory elektrické energie	-	-	-	-
celková úspora energie	-	-	234,32	79 585,56

B.4.4.3 Náklady na realizaci

Cena nákladů na zateplení stropu nad nevytápěným suterénem zahrnuje pořízení tepelné izolace i veškeré náklady spojené s realizací tohoto opatření.

Tab. č. 45 Opatření č. 4 - náklady

ZATEPLENÍ STROPU SUTERÉNU		
plocha konstrukce	m ²	840,82
cena za 1 m ²	Kč	900,00
celkové náklady	Kč	756 738,00

B.4.5. Opatření č. 5

B.4.5.1 Název a popis opatření

Výměna neúsporných zdrojů světla

Toto opatření by zahrnovalo výměnu stávajících zdrojů tepla za úspornější. Ve stávajících zářivkách by se naradily původní trubice za LED trubice. Žárovky ve stolních lam-

pách v kanceláři by se neměnily, protože jejich počet je zanedbatelný v rámci celkové spotřeby energie na osvětlení. Nově byla navržena LED trubice se světelným tokem 860 lm a příkonem 10 W.

Tab. č. 46 Opatření č. 5 – posouzení stávajícího a nového stavu

průměrný měrný příkon [W/(m ² * lx)]	
stávající zdroj osvětlení	nový zdroj osvětlení
0,045	0,011

B.4.5.2 Roční úspory energie

Toto opatření nijak nezmění tepelné ztráty budovy a úspora se tedy projeví jen ve spotřebě elektrické energie.

Tab. č. 47 Opatření č. 5 – úspory

VÝMĚNA NEÚSPORNÝCH ZDROJŮ SVĚTLA	stávající stav		stav po realizaci opatření	
	GJ/rok	Kč/rok	GJ/rok	Kč/rok
spotřeba zemního plynu	3 551,74	1 206 356,02	3 551,74	1 206 356,02
spotřeba elektrické energie	2 188,99	1 733 538,87	2 101,00	1 663 855,50
celkové množství energií	5 740,73	2 939 894,89	5 652,74	2 870 211,52
úspory zemního plynu	-	-	-	-
úspory elektrické energie	-	-	87,99	69 683,37
celková úspora energie	-	-	87,99	69 683,37

B.4.5.3 Náklady na realizaci

Cena nákladů pro výměnu světelných zdrojů zahrnuje i demontáž původních trubici další náklady spojené s realizací tohoto opatření.

Tab. č. 48 Opatření č. 5 - náklady

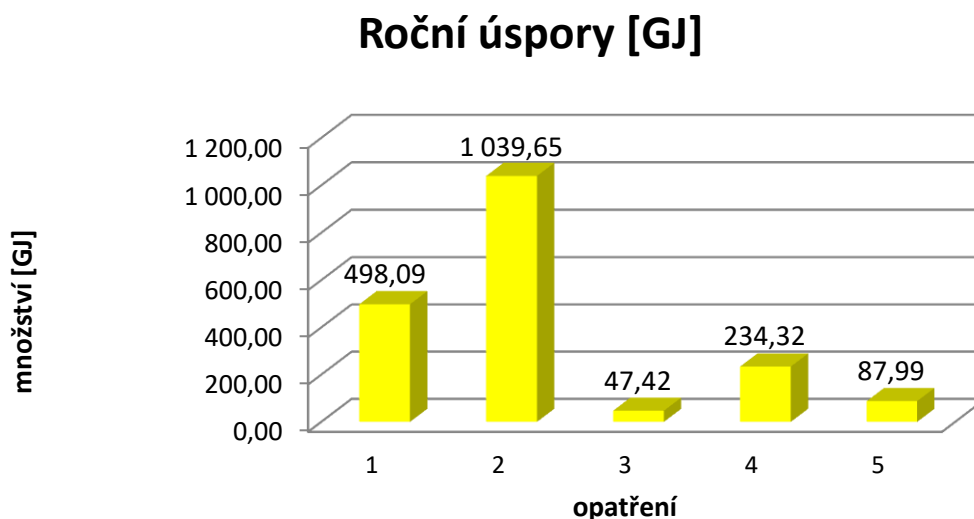
VÝMĚNA NEÚSPORNÝCH ZDROJŮ SVĚTLA		
počet nových svítidel	ks	7 210,00
cena za 1 ks	Kč	300,00
celkové náklady	Kč	2 163 000,00

B.5 VARIANTY OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI

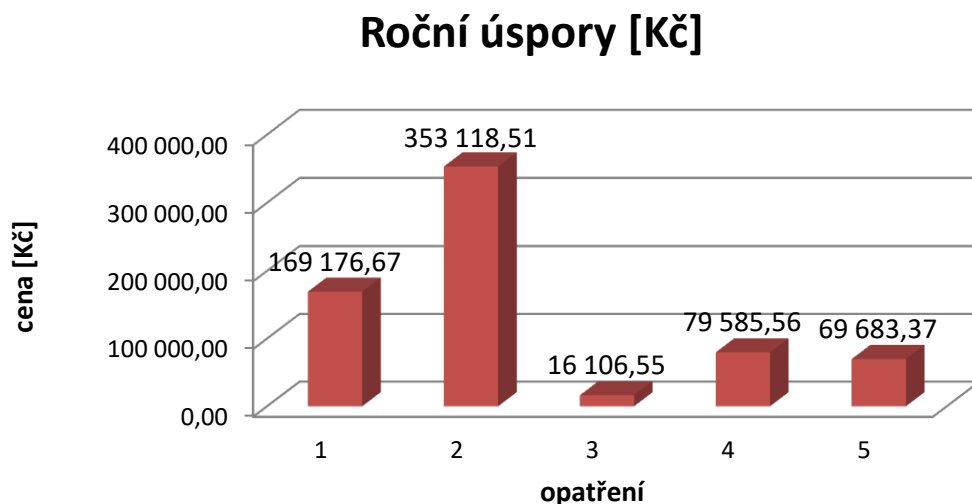
Jednotlivé varianty jsou kombinace navržených úsporných opatření tak, aby byly nejvíce ekonomicky výhodné. Proto ani jedna z variant neobsahuje opatření č. 3 – Zateplení střešní konstrukce, protože už samo toto opatření je velmi neekonomické a zhoršovalo by tak ekonomickou stránku dané varianty.

Úsporná opatření:

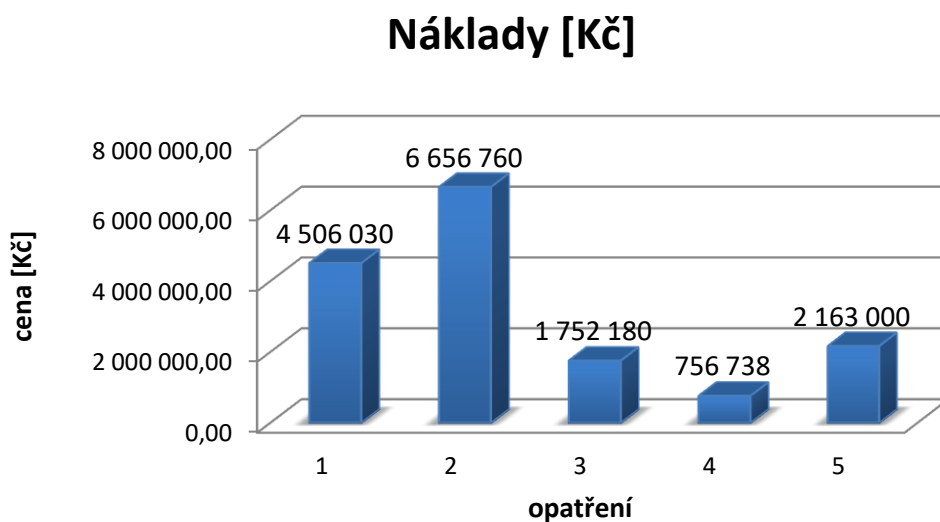
- Opatření č. 1: Výměna výplní otvorů
- Opatření č. 2: Zateplení obvodového pláště
- Opatření č. 3: Zateplení střešní konstrukce
- Opatření č. 4: Zateplení stropu suterénu
- Opatření č. 5: Výměna neúsporných zdrojů světla



Graf č.7 Jednotlivé opatření a jejich úspory energií za rok



Graf č.8 Jednotlivá opatření a jejich úspory financí za rok



Graf č.9 Celkové náklady na realizaci jednotlivých opatření

B.5.1. Popis navrhovaných variant

Varianta č. 1

Tato varianta zahrnuje následující opatření:

- Opatření č. 1: Výměna výplní otvorů
- Opatření č. 2: Zateplení obvodového pláště
- Opatření č. 4: Zateplení stropu suterénu

Varianta č. 2

Tato varianta zahrnuje následující opatření:

- Opatření č. 2: Zateplení obvodového pláště
- Opatření č. 4: Zateplení stropu suterénu
- Opatření č. 5: Výměna neúsporných zdrojů světla

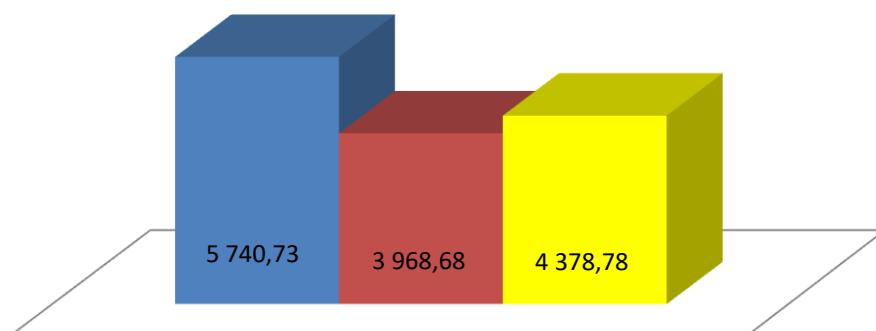
B.5.1.1 Roční úspory energie

Tab. č. 49 Jednotlivé varianty a jejich úspory energií za rok

varianta	1	2
opatření	1+2+4	2+4+5
úspory [GJ]	1 772,05	1 361,96

Spotřeba energií [GJ]

■ Výchozí stav ■ Varianta 1 ■ Varianta 2



Graf č.10 Porovnání roční spotřeby energií [GJ]

B.5.1.2 Investiční náklady na realizaci

Tab. č. 50 Jednotlivé varianty a náklady na jejich realizaci

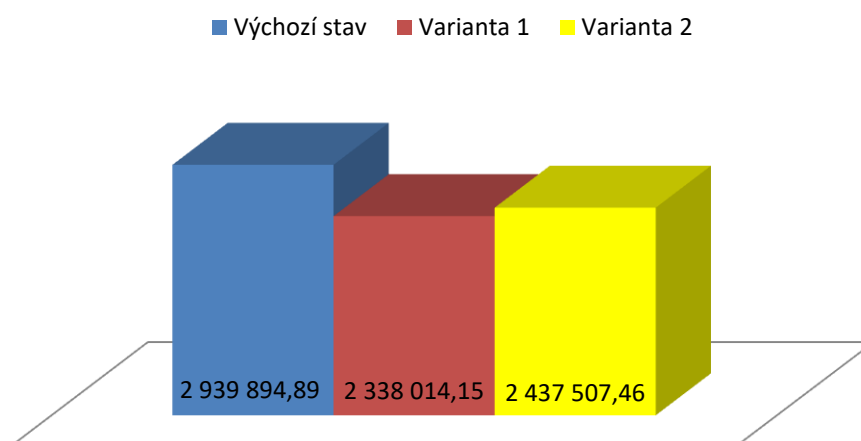
varianta	1	2
opatření	1+2+4	2+4+5
náklady na realizaci [Kč]	11 919 528	9 576 498

B.5.1.3 Průměrné roční provozní náklady

Tab. č. 51 Jednotlivé varianty a jejich úspory financí

varianta	1	2
opatření	1+2+4	2+4+5
úspory [Kč]	601 880,74	502 387,43

Náklady za spotřebu energií [Kč]



Graf č.11 Porovnání ročních nákladů za spotřeby energií

B.5.2. Ekonomické vyhodnocení navržených variant

Ekonomické vyhodnocení bylo provedeno dle vyhlášky 480/2012 Sb. Byly provedeny následující výpočty: [5]

1. prostá doba návratnosti T_s

$$T_s = \frac{IN}{CF} \quad [\text{roky}];$$

- kde neznámé jsou:

- IN ... investiční výdaje projektu
- CF ... roční přínosy projektu

2. Reálná doba návratnosti T_{sd}

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t * (1 + r)^{-t} - IN = 0 \quad [roky];$$

- kde neznámé jsou:
 - IN ... investiční výdaje projektu
 - CF_t ... roční úspory nákladů v roce t
 - $(1+r)^{-t}$... odúročitel
 - r ... diskont

3. Čistá současná hodnota NPV

$$NPV = \sum_{t=1}^{T_z} CF_t * (1 + r)^{-t} - IN \quad [tis. Kč/r];$$

- kde neznámé jsou:
 - IN ... investiční výdaje projektu
 - T_z ... doba životnosti
 - CF_t ... roční úspory nákladů v roce t
 - $(1+r)^{-t}$... odúročitel
 - r ... diskont

4. Vnitřní výnosové procento IRR

$$\sum_{t=1}^{T_z} CF_t * (1 + IRR)^{-t} - IN = 0 \quad [\%];$$

- kde neznámé jsou:
 - IN ... investiční výdaje projektu
 - CF_t ... roční úspory nákladů v roce t
 - T_z ... doba životnosti
 - r ... diskont

Výpočet byl proveden dle finančního kalkulátoru pro hodnocení ekonomické efektivity investic [4].

Tab. č. 52 Ekonomické vyhodnocení navržených variant

Parametr	Jednotka	Varianta 1	Varianta 2
Investiční výdaje projektu	Kč	11 919 528,00	9 576 498,00
Změna nákladů na energie	Kč	0	0
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	Kč	0	0
změna ostatních pracovních nákladů	Kč	0	0
změna nákladů na emise a odpady	Kč	0	0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady)	Kč	0	0
Přínosy projektu celkem	Kč	601 880,74	502 387,43
Doba hodnocení	roky	20	20
Roční růst cen energií	%	3	3
Diskont	%	2	2
T_s - prostá doba návratnosti	roky	16	16
T_{sd} - reálná doba návratnosti	roky	19	18
NPV - čistá současná hodnota	tis. Kč	1 048,66	1 248,00
IRR - vnitřní výnosové procento	%	3	3

Z hlediska ekonomického vyhodnocení je varianta 2 výhodnější, protože má tato varianta vyšší čistou současnou hodnotu.

B.5.3. Ekologické vyhodnocení navržených variant

Tab. č. 53 Ekologické vyhodnocení navržených variant

Znečišťující látka	Výchozí stav [t/rok]	Varianta I [t/rok]	Rozdíl [t/rok]	Varianta II [t/rok]	Rozdíl [t/rok]
Tuhé znečišťující látky	0,038893	0,038843	0,000049	0,037298	0,001595
PM ₁₀	0,019131	0,019095	0,000035	0,018267	0,000864
PM _{2,5}	0,013537	0,013438	0,000099	0,012898	0,000639
SO ₂	0,511595	0,511494	0,000101	0,490933	0,020662
Nox	0,364272	0,345131	0,019142	0,331257	0,033015
NH ₃	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
VCO	0,004283	0,001520	0,002762	0,001459	0,002824
CO ₂	297,354250	297,337748	0,016501	285,385610	11,968639

Z hlediska ekologického vyhodnocení je varianta 2 výhodnější, protože dochází k menším vznikům emisí.

B.5.4. Stanovení okrajových podmínek

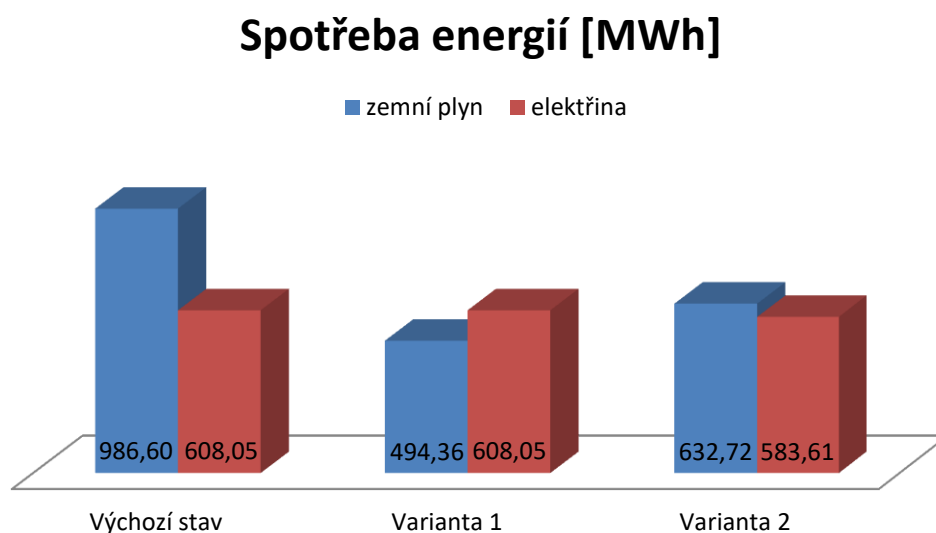
Okrajové podmínky při posouzení byly stanoveny takto:

- návrhová teplota exteriéru v zimním období: -15°C

Tab. č. 54 Návrhové teploty a počet pracovníků v jednotlivých zónách

zóna	provoz	návrhová teplota [°C]	počet pracovníků
1	kanceláře	20	148
2	dílny A1	18	37
3	dílny A2	18	37
4	dílny B	18	38
5	kotelna	18	2
6	schodiště	10	60
7	toalety	24	90
8	sklady	10	35

B.5.5. Celková energetická bilance



Graf č.12 Spotřeba zemního plynu a elektřiny

B.6 VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

B.6.1. Na základě výsledků ekonomického vyhodnocení

Pro ekonomické vyhodnocení je nejdůležitějším kritériem *NPV* – čistá současná hodnota. Dle *Tab. č. 52* je tato hodnota u varianty 2 vyšší, proto jako lepší možnost byla zvolena právě tato varianta. I reálná doba návratnosti T_{sd} je u varianty 2 kratší.

B.6.2. Podle kritérií dotačních programů

Energetický audit tohoto objektu je proveden v době, kdy není možno využít žádného dotačního programu.

B.7 DOPORUČENÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY

B.7.1. Popis optimální varianty

Optimální varianta, z hlediska ekonomického i ekologického, je varianta 2. Tato varianta se skládá z následujících opatření:

- Opatření č. 2: Zateplení obvodového pláště
- Opatření č. 4: Zateplení stropu suterénu
- Opatření č. 5: Výměna neúsporných zdrojů světla

Popis jednotlivých opatření viz předchozí kapitoly.

B.7.2. Roční úspory energie

Tab. č. 55 Roční úspory energií

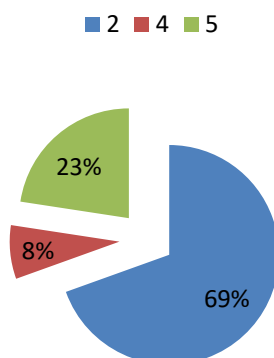
Hodnoty za rok	Výchozí stav	Varianta 2	Rozdíl
celková spotřeba energie [GJ]	5 740,73	4 378,78	1 361,96
náklady na provoz [Kč]	2 939 894,89	2 437 507,46	502 387,43
spotřeba plynu [MWh]	986,60	632,72	353,88
spotřeba elektřiny [MWh]	608,05	583,61	24,44

B.7.3. Náklady v tis. Kč na realizaci

Tab. č. 56 Náklady na jednotlivá opatření varianty 2

opatření	2	4	5
náklady [tis. Kč]	6 656,760	756,738	2 163,000

Náklady pro realizaci varianty 2 jednotlivých opatření [%]



Graf č.13 Rozdělení nákladů jednotlivých opatření varianty 2

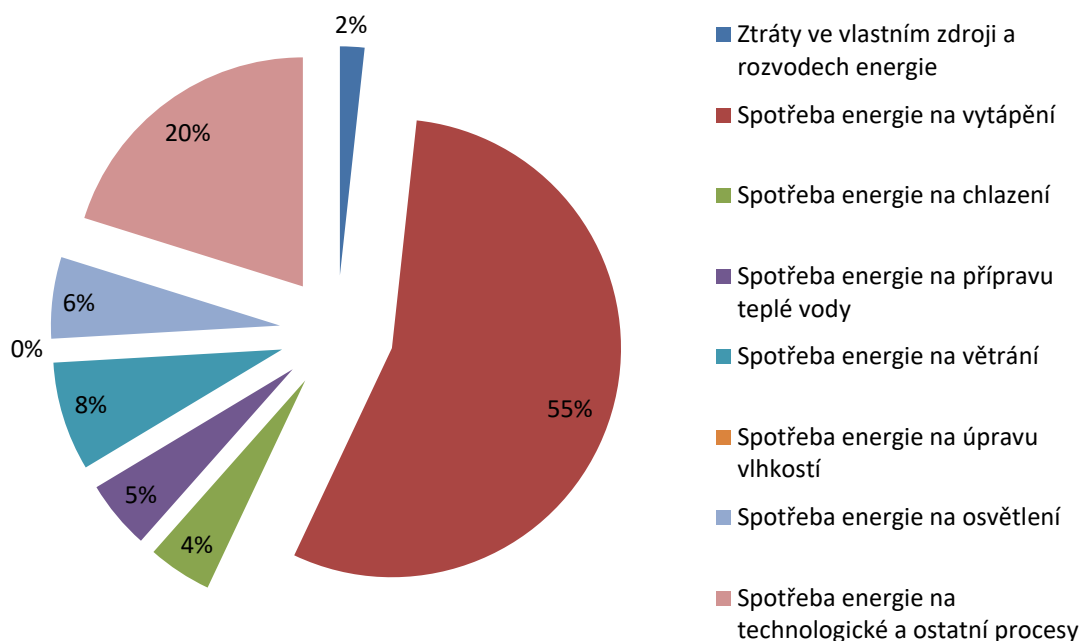
Celkové náklady pro realizaci varianty 2 jsou tedy 9 576 498 Kč.

B.7.4. Upravená energetická bilance pro optimální variantu

Tab. č. 57 Upravená energetická bilance

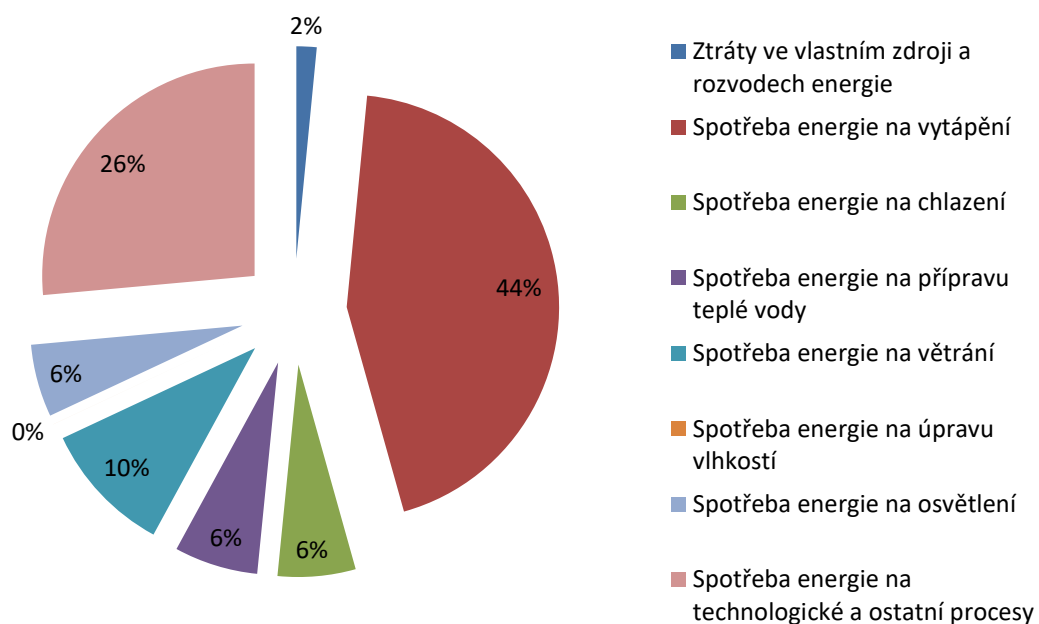
ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)
1	Vstupy paliv a energie	5 740,73	1 594,65	2 939,89	4 378,78	1 216,33	2 437,51
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	Spotřeba paliv a energie	5 740,73	1 594,65	2 939,89	4 378,78	1 216,33	2 437,51
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	5 740,73	1 594,65	2 939,89	4 378,78	1 216,33	2 437,51
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	99,18	27,55	33,69	67,33	18,70	22,87
7	Spotřeba energie na vytápění	3 173,74	881,60	1 077,97	1 931,63	536,56	656,08
8	Spotřeba energie na chlazení	259,42	72,06	205,44	259,42	72,06	205,44
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	278,82	77,45	94,70	278,82	77,45	94,70
10	Spotřeba energie na větrání	441,83	122,73	349,90	441,83	122,73	349,90
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkostí	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení	329,96	91,66	261,31	241,97	67,21	191,62
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	1 157,80	321,61	916,90	1 157,80	321,61	916,90

Spotřeba energií [%] - výchozí stav



Graf č.14 Rozdělení spotřeby energií před realizací opatření – výchozí stav

Spotřeba energií [%] - varianta 2



Graf č.15 Rozdělení spotřeby energií po realizaci projektu – varianta 2

B.7.5. Ekonomické a ekologické vyjádření pro optimální variantu

Z hlediska ekonomického je varianta 2 výhodná a při daných podmínkách, které jsou uvedeny v *Tab. č. 52*, se investice do této varianty vrátí za 18 let.

Z hlediska ekologického je varianta 2 taky výhodná a dochází k vzniku emisí v menším množství než u výchozího stavu. Největší rozdíl je pak u emisí CO₂, který je téměř 12 tun za rok.

B.7.6. Návrh vhodné koncepce systému managementu hospodaření s energií

Není předmětem hodnocení.

B.7.7. Popis okrajových podmínek pro optimální variantu

Okrajové podmínky, týkající se teplot v exteriéru i interiéru jsou popsány v předchozích kapitolách. Nutné je i splnit další podmínky, jako jsou navržené tloušťky tepelných izolací a jejich navržených součinitelů tepelných vodivostí. V neposlední řadě také navržených vlastností nových světelných zdrojů. Konkrétní popis jednotlivých vlastností viz předchozí kapitoly.

B.8 EVIDENČNÍ LIST

Evidenční číslo

-

1. Část - Identifikační údaje

1. Jméno (jména), příjmení / název nebo obchodní firma vlastníka EA

firma APOS - AUTO s.r.o.

2. Adresa trvalého bydliště / sídlo, případně adresa pro doručování

a) ulice

Pražská

b) č.p. /
č.o.

1602

c) část obce

-

d) obec

Blansko

e) PSČ

678 01

f) email

g) telefon

3. Identifikační číslo

47906260

4. Údaje o statutárním orgánu

a) jméno

-

b) kontakt

-

5. Předmět energetického auditu

a) název

Průmyslový objekt s administrativní částí

b) adresa

Pražská 1602/7 Blansko, 678 01 Blansko

c) popis předmětu EA

Předmětem energetického auditu je průmyslový objekt s administrativní částí, který se nachází na ulici Pražská 1602/7 v Blansku. Budovu tvoří celkem 8 podlaží, z toho 1 pod-zemní. Objekt má obdélníkový půdorys o rozměrech 15,9 x 55,1 m. Objekt tvoří monolitická konstrukce skládající se ze železobetonových panelů a sloupů. Obvodový plášť je tvořen z tzv. boletických panelů, zbytek je pak vyzděn z cihelných tvárnic CDM.. Střecha objektu je plochá, se sklonem do 5°. Výplně otvorů jsou původní, zdvojené s ocelovou a dřevěnou konstrukcí, vrata u skladovacích prostor jsou ocelová, bez prosklení. Celý objekt je vytápěný.

2. Část - Popis stávajícího stavu předmětu EA

1. Charakteristika hlavních činností

V budově se nachází administrativní částí (kanceláře) i průmyslové části (veškeré dílny). Příprava teplé vody a vytápění probíhá v posuzovaném objektu.

2. Vlastní zdroje energie**a) zdroj tepla**

počet	2	ks
instalovaný výkon	1,00	MW
roční výroba	881,60	MWh
roční spotřeba paliva	904,20	MWh/r

b) zdroje elektřiny

počet	-	ks
instalovaný výkon	-	MW
roční výroba	-	MWh
roční spotřeba paliva	-	MWh/r

c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla

počet	-	ks
instal. výkon elektrický	-	MW
instal. výkon tepelný	-	MW
roční výroba elektřiny	-	MWh
roční výroba tepla	-	MWh
roční spotřeba paliva	-	GJ/r

d) druhy primárního zdroje energie

druh OZE	-
druh DEZ	-
fosilní zdroje	zemní plyn

3. Spotřeba energie

<u>Druh spotřeby</u>	Příkon		<u>Spotřeba energie</u>		<u>Energonositel</u>
-					
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech	-	MW	27,55	MWh/r	zemní plyn
Vytápění	0,92	MW	881,60	MWh/r	zemní plyn
Chlazení	-	MW	72,06	MWh/r	elektřina
Větrání	-	MW	122,73	MWh/r	elektřina
Úprava vlhkosti	-	MW	-	MWh/r	-
Příprava TV	0,08	MW	77,45	MWh/r	zemní plyn
Osvětlení	-	MW	91,66	MWh/r	elektřina
Technologie	-	MW	321,61	MWh/r	elektřina
Celkem	-	MW	1 594,65	MWh/r	elektřina + zemní plyn

3. Část - Doporučená varianta navrhovaných opatření

1. Popis doporučených opatření

varianta 2 = opatření zateplení obvodového pláště, zateplení stropu suterénu a výměna neúsporných zdrojů osvětlení 2+4+5

2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energii - celkem

-	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Energie	1 594,65	MWh/r	1 216,33	MWh/r	378,32	MWh/r
Náklady	2 939,89	tis. Kč/r	2 437,51	tis. Kč/r	502,39	tis. Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech	27,55	MWh/r	18,70	MWh/r	8,85	MWh/r
Vytápění	881,60	MWh/r	536,56	MWh/r	345,03	MWh/r
Chlazení	72,06	MWh/r	72,06	MWh/r	0,00	MWh/r
Větrání	122,73	MWh/r	122,73	MWh/r	0,00	MWh/r
Úprava vlhkosti	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
Příprava TV	77,45	MWh/r	77,45	MWh/r	0,00	MWh/r
Osvětlení	91,66	MWh/r	67,21	MWh/r	24,44	MWh/r
Technologie	321,61	MWh/r	321,61	MWh/r	0,00	MWh/r

3. Dosažená úspora energie podle jednotlivých energonositelů

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Elektřina	608,06	MWh/r	583,61	MWh/r	24,44	MWh/r
SZTE	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
ZP	986,60	MWh/r	632,72	MWh/r	353,88	MWh/r

TO	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
Uhlí	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
OZE	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
DZL	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
PHM	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
Ostatní	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r

4. Podíl z celkových investičních nákladů (%)

Náklady při výrobě energie

OZE	0
KVET	0
Ostatní	0

Náklady při distribuci energie

Rozvody tepla	0
Ostatní	0

Náklady při spotřebě energie

Budovy - úprava obálky	93,38	Technologie	0
Budovy - technické systémy	6,62	Ostatní	0

5. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení	20	roků	diskontní míra	2,0	%
reálna doba návratnosti	18	roků	investiční náklady	9 576 498	tis. Kč
prostá doba návratnosti	16	roků	cash flow	502 387	tis. Kč/r
IRR	3	%			
Rok realizace	-				

6. Ekologické hodnocení

Parametr	Výchozí stav	Varianta I	Rozdíl	Varianta II	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé znečišťující látky (TZL)	0,038893	0,038843	0,000049	0,037298	0,001595
PM ₁₀	0,019131	0,019095	0,000035	0,018267	0,000864
PM _{2,5}	0,013537	0,013438	0,000099	0,012898	0,000639
SO ₂	0,511595	0,511494	0,000101	0,490933	0,020661
NO _x	0,364272	0,345131	0,019141	0,331257	0,033015
NH ₃	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
VOC	0,004283	0,001520	0,002762	0,001459	0,002824
CO ₂	297,353990	297,337748	0,016242	285,385610	11,968380

4. Část - Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a příjmení

Markéta Lysková

2. Číslo oprávnění v seznamu ener. specialistů

-

4. Podpis

-

Titul

Bc.

3. Datum vydání oprávnění

-

5. Datum

10. 01. 2017

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Účel zpracování průkazu

<input type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input checked="" type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	<input type="checkbox"/> Jiná než větší změna dokončené budovy
<input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ) :	Pražská, 162/7 678 01, Blansko
Katastrální území :	605018 Blansko
Parcelní číslo :	3983/1
Datum uvedení do provozu (nebo předpokládané uvedení do provozu) :	1977
Vlastník nebo stavebník :	APOS-AUTO, s.r.o.,
Adresa :	Pražská 1602/7, 67801 Blansko
IČ :	47906260
Telefon :	-
email :	-

Typ budovy		
<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input checked="" type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> Jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	27 616,1
Celková plocha obálky A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	5 471,2
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,198
Celková energeticky vztažná plocha A _c	[m ²]	6 452,4

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově	
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan - butan / LPG
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky
<input checked="" type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:	
<input type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo):	
<u>podíl OZE:</u> <input type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input type="checkbox"/> nad 80%	
<input type="checkbox"/> Energie okolního prostředí:	
<u>účel:</u> <input type="checkbox"/> na vytápění, <input type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie	
Druhy energie dodávané mimo budovu	
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo <input checked="" type="checkbox"/> Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

A) stavební prvky a konstrukce

A. 1) požadavky na součinitel prostupu tepla						
Konstrukce obálky budovy	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	(ano/ne)	[-]	[W/K]
SO2 - obvodová stěna z CDM	2 111,3	2,09	0,30 / 0,25	-	1,00	4 407,7
OJD2 90/150	32,4	3,80	1,50 / 1,20	-	1,00	123,1
OJD2 90/150	48,6	3,80	1,50 / 1,20	-	1,00	184,7
OJD6 90/120	8,6	3,80	1,50 / 1,20	-	1,00	32,8
OJD6 90/120	13,0	3,80	1,50 / 1,20	-	1,00	49,2
SCH1 střecha	910,0	0,59	0,24 / 0,16	-	1,00	536,7
SO1 - boletický panel	1 433,6	1,41	0,30 / 0,20	-	1,00	2 023,6
OJD3 90/150	337,0	3,80	1,50 / 1,20	-	1,00	1 280,4
OJD3 90/150	362,9	3,80	1,50 / 1,20	-	1,00	1 378,9
OJD1	59,4	3,80	1,50 / 1,20	-	1,00	225,7
OJD1	75,6	3,80	1,50 / 1,20	-	1,00	287,3
OJD5 90/150	2,2	3,80	1,50 / 1,20	-	1,00	8,2
OJD5 90/150	2,2	3,80	1,50 / 1,20	-	1,00	8,2
OJD5 90/150	1,4	3,80	1,50 / 1,20	-	1,00	5,5
OJD4 90/150	25,9	3,80	1,50 / 1,20	-	1,00	98,5
OJD4 90/150	25,9	3,80	1,50 / 1,20	-	1,00	98,5
OJD7 150/120	1,8	3,80	1,50 / 1,20	-	1,00	6,8
DO1 garážová vrata	11,9	4,00	1,70 / 1,20	-	1,00	47,5
DO2 garážová vrata	4,3	4,00	1,70 / 1,20	-	1,00	17,4
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	5 471,2	0,10	-	-	1,00	52,8
Celkem	5 471,2					10 883,1

Poznámka

Hodnoce-

ní splnění požadavku ve sloupci Splněno je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

A. 2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla			
Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota	Objem zóny	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny
	$\Theta_{i,m,j}$ [°C]	V_j [m ³]	$U_{em,R,j}$ [W/(m ² ·K)]
Zóna 7 - Z7 - hygienické zařízení	24,0	3 540,7	0,34
Zóna 6 - Z6 - schodiště	10,0	6 297,8	1,15
Zóna 8 - Z8 - sklady	10,0	3 771,2	1,71
Zóna 1 - Z1 - kanceláře	20,0	6 161,8	0,53
Zóna 5 - Z5 - kotelna	18,0	836,3	0,71
Zóna 4 - Z4 - dílny B	18,0	2 336,1	0,69
Zóna 3 - Z3 - dílny A2	18,0	2 336,1	0,69
Zóna 2 - Z2 - dílny A1	18,0	2 336,1	0,69

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota U_{em} ($U_{em} = H_T/A$)	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ($U_{em,R} = \Sigma(V_i \cdot U_{em,R,i})/V$)	Splněno
	[W/(m ² ·K)]	[W/(m ² ·K)]	(ano/ne)
	1,989	0,853	NE

Poznámka

Hodnoce-

ní splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b).

B) technické systémy

B. 1. a) vytápění							
Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[%]/[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	80,0	85,0	80,0
Z7 - hygienické zařízení	plynový kotel	Zemní plyn	100,0	1 000,0	97,5	95,0	95,0
Z6 - schodiště	plynový kotel	Zemní plyn	100,0	1 000,0	97,5	95,0	95,0
Z8- sklady	plynový kotel	Zemní plyn	100,0	1 000,0	97,5	95,0	95,0
Z1 - kanceláře	plynový kotel	Zemní plyn	100,0	1 000,0	97,5	95,0	95,0
Z5 - kotelna	plynový kotel	Zemní plyn	100,0	1 000,0	97,5	95,0	95,0
Z4 - dílny B	plynový kotel	Zemní plyn	100,0	1 000,0	97,5	95,0	95,0
Z3 - dílny A2	plynový kotel	Zemní plyn	100,0	1 000,0	97,5	95,0	95,0
Z2 - dílny A1	plynový kotel	Zemní plyn	100,0	1 000,0	97,5	95,0	95,0

B. 1. b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění				
Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[%]/[-]	[%]/[-]	[ano/ne]
Z7 - hygienické zařízení	plynový kotel	97,5	80,0	ANO
Z6 - schodiště	plynový kotel	97,5	80,0	ANO
Z8- sklady	plynový kotel	97,5	80,0	ANO
Z1 - kanceláře	plynový kotel	97,5	80,0	ANO
Z5 - kotelna	plynový kotel	97,5	80,0	ANO
Z4 - dílny B	plynový kotel	97,5	80,0	ANO
Z3 - dílny A2	plynový kotel	97,5	80,0	ANO
Z2 - dílny A1	plynový kotel	97,5	80,0	ANO

Poznámka

Hodnoce-

ní splnění požadavku ve sloupci Splněno je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

B. 2. a) chlazení							
Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	2,7	85	85
Z4 - dílny B	klimatizační jednotka	Elektrina ze sítě	50	4,0	2,70	91,0	91,0

B. 2. b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení				
Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[-]	[-]	[ano/ne]
Z4 - dílny B	klimatizační jednotka	2,7	2,7	ANO

Poznámka

Hodnocení

plnění požadavku ve sloupci Splněno je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

B. 3) větrání								
Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energonositel	Tepelný výkon	Chladicí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP_{ahu}
	[-]	[-]	[kW]	[kW]	[%]	[W]	[m³/hod]	[W·s/m³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750
Z2 - dílny A1	vzt jednotka	El. energie	0,0	0,0	0	11001,3	24000	1650
Z3 - dílny A2	vzt jednotka	El. energie	0,0	0,0	0	11001,3	24000	1650
Z4 - dílny B	klimatizace	El. energie	0,0	0,0	0	8333,3	24000	1250
Budova celkem			0,0	0,0	0	30 336,0	72 000	

B. 5. a) příprava teplé vody (TV)								
Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energo-nositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	[-]	[-]	[%]	[kW]	[litry]	[%]/[-]	[Wh/(l·den)]	[Wh/(m·den)]
Referenční budova	x	x	x	x	x	85	7	150
Budova Apos	centrální	Zemní plyn	100,0	0,5	0	94,0	0,0	154,8

B. 5. b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody				
Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	[-]	[%]/[-]	[%]/[-]	[ano/ne]
Budova Apos	centrální	94,0	80,0	ANO

Poznámka

Hodnoce-

ní splnění požadavku ve sloupci Splněno je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

B. 6) osvětlení				
Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztahovaný k osvětlenosti zóny $P_{L,lx}$
	[-]	[%]	[kW]	[W/(m ² ·lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,08
Z1 - kanceláře	zářivky	100,0	7,201	0,04
Z2 - dílny A1	zářivky	100,0	4,935	0,04
Z3 - dílny A2	zářivky	100,0	4,900	0,04
Z4 - dílny B	zářivky	100,0	5,038	0,04
Z5 - kotelna	zářivky	100,0	0,083	0,04
Z6 - schodiště	zářivky	100,0	2,372	0,04
Z7 - hygienické zařízení	zářivky	100,0	3,233	0,04
Z8- sklady	zářivky	100,0	0,755	0,04
Budova celkem			28,517	

Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova zóna	Vytápění EP _H	Chlazení EP _C	Nucené větrání EP _F		Příprava teplé vody EP _W	Osvětlení EP _L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			NV1	NV2			OZE I	OZE E
Zóna 7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zóna 6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zóna 8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zóna 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zóna 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zóna 4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zóna 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zóna 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nucené větrání: NV1 - bez úpravy vlhčením NV2 - s úpravou vlhčením

Výroba z OZE : OZE I - pro budovu OZE E - i dodávku mimo budovu

b) dílčí dodané energie

	Budova	Potřeba energie	Vypočtená spotřeba energie	Pomocná energie	Dílčí dodaná energie	Měrná dílčí dodaná ener. na celkovou energeticky vztahnou plochu AE
		[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/(m ² ·rok)]
Vytápění	Referenční	576 277	1 140 046	0	1 140 046	176,7
	Hodnocená	1 028 865	1 169 248	0	1 169 248	181,2
Chlazení	Referenční	1 717	440	11 955	12 395	1,9
	Hodnocená	3 871	866	15 607	16 473	2,6
Větrání	Referenční			204 400	204 400	31,7
	Hodnocená			104 081	104 081	16,1
Úprava vzduchu	Referenční			0	0	0,0
	Hodnocená			0	0	0,0
Příprava TV	Referenční	71 321	99 048	0	99 048	15,4
	Hodnocená	71 321	90 003	0	90 003	13,9
Osvětlení	Referenční	55 794	55 794	0	55 794	8,6
	Hodnocená	84 531	84 531	0	84 531	13,1

c) výroba energie umístěná v budově, na budově nebo na pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP _{CHP} - teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP _{CHP} - elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} - elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q _{H,sc,sys} - teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie/ Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Zemní plyn	1 259 251	1,1	1,1	1 385 176	1 385 176
Elektřina ze sítě	205 085	3,2	3,0	656 274	615 256
Energie okolí	0	1,0	0,0	0	0
Celkem	1 464 336	x	x	2 041 449	2 000 432

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	1 511 632,9	Splněno (ano/ne)	ANO
(7)	Hodnocená budova		1 464 336,2		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m ² ·rok)]	234,3		
(9)	Hodnocená budova		226,9		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	2 115 201,1	Splněno (ano/ne)	ANO
(11)	Hodnocená budova		2 000 432,2		
(12)	Referenční budova	[kWh/(m ² ·rok)]	327,8		
(13)	Hodnocená budova		310,0		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	2 041 449,3
(15)	Obnovitelná primární energie	[kWh/rok]	41 017,1
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie	[%]	2,0

**Stanovení doporučených opatření
pro snížení energetické náročnosti budovy**

Popis opatření			
	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora celkové neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<u>Stavební prvky a konstrukce budovy:</u>			
zateplení obvodových stěn	-	403800	441520
zateplení stropu nad suteré- nem	-	119900	130370
	-	0	0
	-	0	0
	-	0	0
	-	0	0
<u>Technické systémy budovy:</u>			
vytápění			
	0,0	0	0
chlazení			
	0,0	0	0
větrání			
	0,0	0	0
úprava vlhkosti vzduchu			
	0,0	0	0
příprava teplé vody			
	0,0	0	0
osvětlení			
	20,7	35600	163990
<u>Obsluha a provoz systémů budovy:</u>			
	-	0	0
<u>Ostatní</u>			
	-	0	0
	-	0	0
	-	0	0
	-	0	0
<u>Celkem</u>	21	559300	735880

Posouzení vhodnosti doporučených opatření				
Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní
Technická vhodnost	Ano	Ano	Ano	Ne
Funkční vhodnost	Ano	Ano	Ano	Ne
Ekonomická vhodnost	Ano	Ano	Ano	Ne
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	Pro úsporu spotřeby energie oproti původnímu stavu je doporučeno zateplit obvodovou stěnu SO1 minerální vatou UNI tloušťky 180 mm, $\lambda = 0,035 \text{ W/(m}^*\text{K)}$, obvodovou stěnu SO2 tepelnou izolací NF tloušťky 160 mm, $\lambda = 0,041 \text{ W/(m}^*\text{K)}$, a stropu nad suterénem STR1 tepelnou izolací UNIROL tloušťky 80 mm, $\lambda = 0,036 \text{ W/(m}^*\text{K)}$. Dále je také doporučena výměna stávajícího osvětlení za LED osvětlení. Pro výpočet energetické náročnosti se uvažují hodnoty dle doporučení hodnot TNI.			
Datum vypracování doporučených opatření	10. 1. 2017			
Zpracovatel navržených doporučených opatření	Markéta Lysková			
Energetický posudek	energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření		Ne	
	datum vypracování energetického posudku			
	zpracovatel energetického posudku			

Toto opatření by zahrnovalo výměnu tepelné izolace (u obvodové stěny SO 1) a její doplnění (u obvodové stěny SO 2) tak, aby splňovaly hodnoty uvedené v normě ČSN 73 05 40 – 2 (2011). Nová tepelná izolace pro obvodovou stěnu SO1 byla navržena tloušťky 0,18 m se součinitele tepelné vodivosti $\lambda = 0,035 \text{ W/(m}^*\text{K)}$. Pro obvodovou stěnu SO2 byla navržena tepelná izolace o tloušťce 0,16 m a $\lambda = 0,041 \text{ W/(m}^*\text{K)}$.

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
Splňuje požadavek podle §6 odst.1	
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
Splňuje požadavek podle §6 odst.2 písm. a)	
Splňuje požadavek podle §6 odst.2 písm. b)	
Splňuje požadavek podle §6 odst.2 písm. c)	
Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	D
Jiný účel zpracování průkazu	
Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	-
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Evidenční číslo ENEX

Evidenční číslo ENEX	
----------------------	--

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	10. 01. 2017
---------------------------	--------------

Zdroj informací

Zdroj informací	http://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis
-----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: **Pražská, 1602/7**

PSČ, místo: **678 01, Blansko**

Typ budovy: **Administrativní budova**

Plocha obálky budovy: **5471,16 m²**

Objemový faktor tvaru A/V: **0,20 m²/m³**

Celková energeticky vztažná plocha: **6452,41 m²**

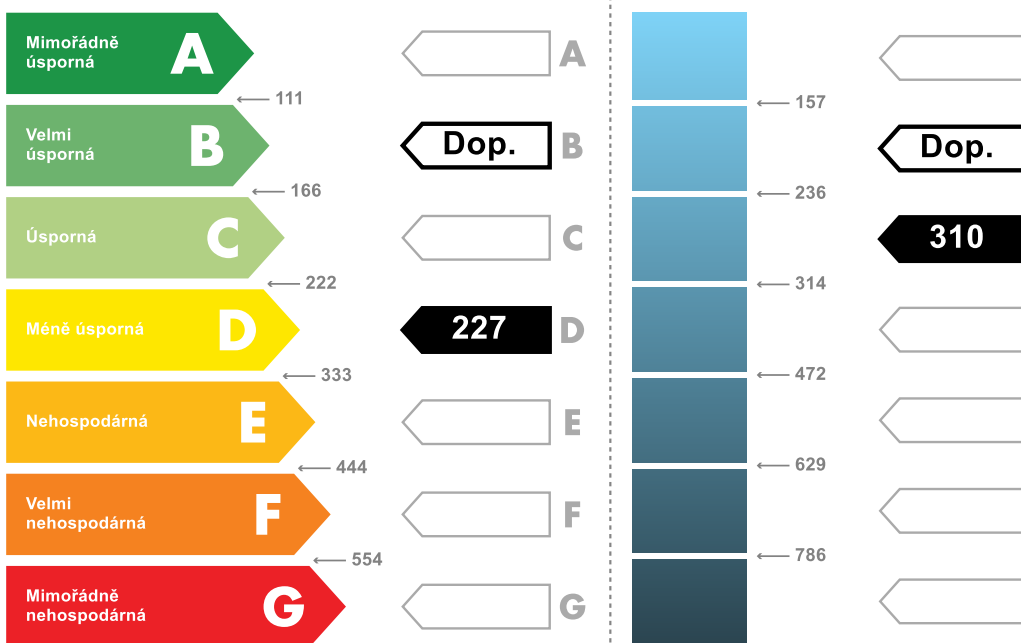


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok

1464,3

2000,4

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

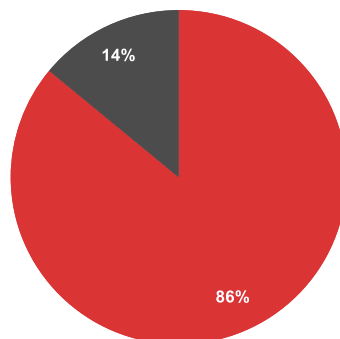
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input checked="" type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení / klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input checked="" type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou

Doporučení

PODÍL ENERGO NOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok



■ Zemní plyn - 1259,3
■ Elektrina ze sítě - 205,1

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m ² ·K)	Dílčí dodané energie					
		Měrné hodnoty kWh(m ² ·rok)					
Mimořádně úsporná							
A							Dop.
B		Dop.		16			
C	Dop.					14	
D		181	3				
E							13
F							
G	1,99						
Mimořádně neúsporná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		1169,2	16,5	104,1		90,0	84,5

Zpracovatel: Markéta Lysková

Kontakt: marketa.lyskova@gmail.com

Osvědčení č.:

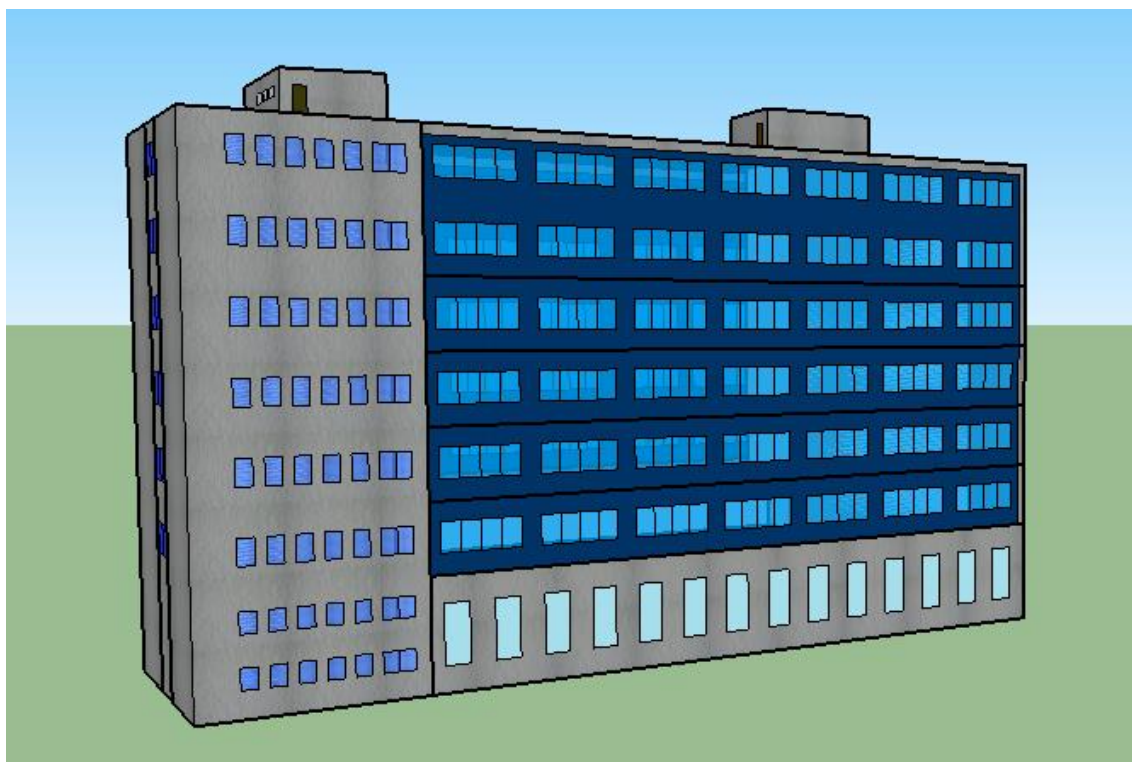
Vyhotoveno dne: 09.01.2017

Podpis:

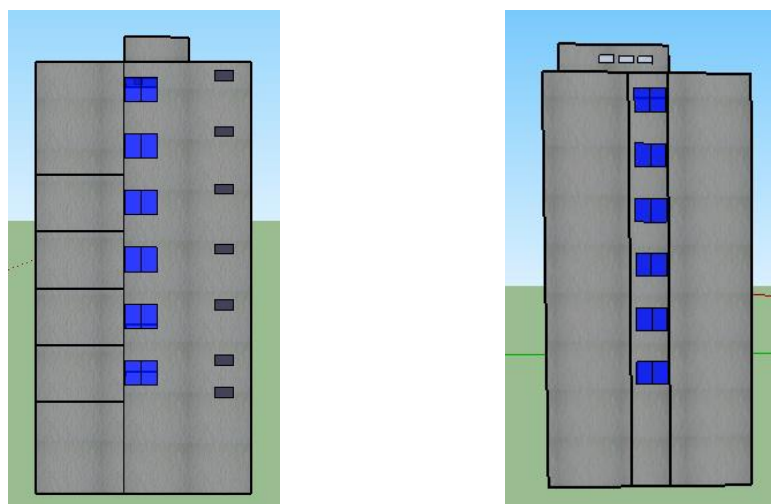
ČÁST.C APLIKACE VÝPOČETNÍ TECHNIKY

C.1 Geometrický model budovy v počítačovém programu SketchUp

SketchUp byl využit pro jasnou vizualizaci stávajícího stavu. Byla použita verze 2014. Z 3D modelu díky bylo možno snadno odečíst plochy jednotlivých konstrukcí celé budovy nebo pro jednotlivé zóny. Rozměry byly vyčteny z projektové dokumentace, která byla k dispozici. Vytvoření tohoto 3D modelu pomohlo i snadnější představě o umístění jednotlivých provozů – zón i orientaci v objektu.



Obr. č. 30 3D model vytvořený ve SketchUpu



Obr. č. 31 Pohled jižní (vlevo) a pohled severní (vpravo)



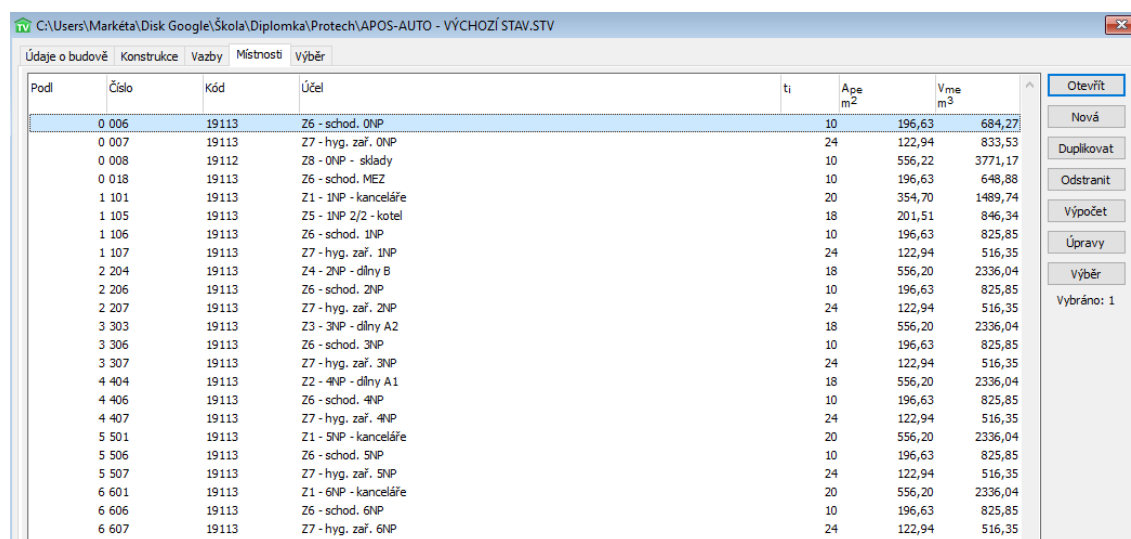
Obr. č. 32 Pohled východní



Obr. č. 33 Pohled západní

C.2 Energetické výpočty v počítačovém programu Protech

PROTECH patří společnosti Protech s. r. o., Nový Bor. K diplomové práci byl využit modul Tepelný výkon verze 4.4.2., díky kterému byla spočítána celková tepelná ztráta objektu. Dále byl díky tomuto programu vytvořen průkaz energetické náročnosti dle zákona č. 406/2000 Sb. (o hospodaření s energií a dále dle vyhlášky 78/2013 (o energetické náročnosti budov).



The screenshot shows the Protech software interface with a table of building components. The table has columns for Podíl (Share), Číslo (Number), Kód (Code), Účel (Purpose), t_i (Temperature), A_{pe} (Area), and V_{me} (Volume). The data is as follows:

Podíl	Číslo	Kód	Účel	t_i	A_{pe} m ²	V_{me} m ³
0 006	19113	Z6 - schod. ONP		10	196,63	684,27
0 007	19113	Z7 - hyg. zař. ONP		24	122,94	833,53
0 008	19112	Z8 - ONP - sklady		10	556,22	3771,17
0 018	19113	Z6 - schod. MEZ		10	196,63	648,88
1 101	19113	Z1 - INP - kanceláře		20	354,70	1489,74
1 105	19113	Z5 - INP Z/2 - koteln		18	201,51	846,34
1 106	19113	Z6 - schod. INP		10	196,63	825,85
1 107	19113	Z7 - hyg. zař. INP		24	122,94	516,35
2 204	19113	Z4 - ZNP - dílny B		18	556,20	2336,04
2 206	19113	Z6 - schod. ZNP		10	196,63	825,85
2 207	19113	Z7 - hyg. zař. ZNP		24	122,94	516,35
3 303	19113	Z3 - ZNP - dílny A2		18	556,20	2336,04
3 306	19113	Z6 - schod. ZNP		10	196,63	825,85
3 307	19113	Z7 - hyg. zař. ZNP		24	122,94	516,35
4 404	19113	Z2 - ZNP - dílny A1		18	556,20	2336,04
4 406	19113	Z6 - schod. ZNP		10	196,63	825,85
4 407	19113	Z7 - hyg. zař. ZNP		24	122,94	516,35
5 501	19113	Z1 - ZNP - kanceláře		20	556,20	2336,04
5 506	19113	Z6 - schod. ZNP		10	196,63	825,85
5 507	19113	Z7 - hyg. zař. ZNP		24	122,94	516,35
6 601	19113	Z1 - ZNP - kanceláře		20	556,20	2336,04
6 606	19113	Z6 - schod. ZNP		10	196,63	825,85
6 607	19113	Z7 - hyg. zař. ZNP		24	122,94	516,35

Obr. č. 34 Vytvoření výpočetního modelu v Protechu – modul tepelný výkon

C.3 Optimalizace budovy v počítačovém programu Design Builder

K diplomové práci byla využita verze programu Design Builder 5. 0. 1. 024. Tento program umožňuje výpočet s hodinovým krokem a klimatickými daty pro jednotlivé lokality, díky kterému jsou výsledné hodnoty velmi přesné. Jedná se o výpočet spotřeby energií pro jednotlivé TZB systémy, jako je vytápění, chlazení, osvětlení atd. Dále pak program vypočte tepelné zisky ze zařízení, osvětlení a také solární zisky z oken.

C.3.1. Vstupní data

V tabulkách s označením *Tab. č. 58 - 61* jsou uvedeny vstupní hodnoty pro jednotlivé zóny, které byly zadány do výpočtového modelu v softwaru.

Tab. č. 58 Vstupní data pro Design Builder

zóna	provoz	návrhová teplota [°C]	umístění	obsazenost [osoba/m ²]	potřeba TUV [l/(m ² *den)]
1	kanceláře	20	1/2 1NP + 5NP + 6NP	0,115	0,923
2	dílny A1	18	4NP	0,077	0,615
3	dílny A2	18	3NP	0,077	0,615
4	dílny B	18	2NP	0,077	0,615
5	kotelna	18	2/2 1NP	0,031	0,251
6	schodiště	10	na každém podlaží	0,040	0,321
7	hyg. zaz.	24	na každém podlaží	0,107	0,859
8	sklady	10	0NP	0,075	0,600

Tab. č. 59 Vstupní data pro Design Builder

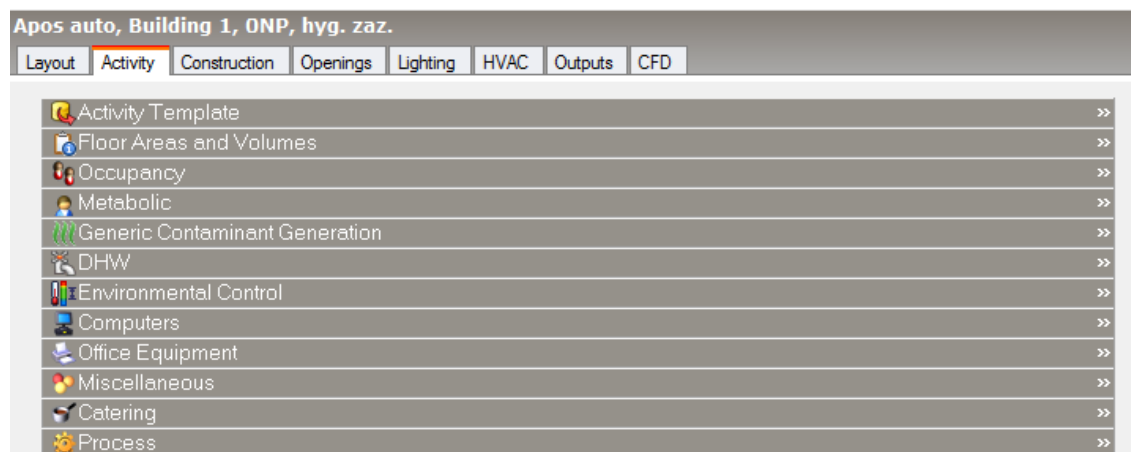
zóna	provoz	dávka čerstvého vzduchu [l/(s*osoba)]	osvětlení [lux]	zisky ze zařízení [W/m ²]	vnitřní plocha - celkem [m ²]
1	kanceláře	8,33	500,00	Viz Tab. č. 60	1280,1
2	dílny A1	19,44	750,00	3,91	487,43
3	dílny A2	19,44	750,00	3,93	483,98
4	dílny B	19,44	750,00	0,96	497,62
5	kotelna	8,33	120,00	6,27	191,38
6	schodiště	8,33	120,00	-	1494,4
7	hyg. zaz.	13,89	250,00	-	838,39
8	sklady	13,89	120,00	-	465,69

Tab. č. 60 Vstupní data pro Design Builder pro Zónu 1 – podrobnější popis

umístění	vnitřní plocha [m ²]	počet lidí	zisky z počítačů [W/m ²]	tiskárny [W/m ²]
1NP	291,65	35	17,17	2,37
5NP	494,62	55	16,13	2,22
6NP	493,83	58	17,17	2,37

Tab. č. 61 Součinitele prostupu tepla konstrukcí, které tvoří obálku budovy

označení konstrukce	SO1	SO2	SCH1	STR1	OJD1	DG1
popis konstrukce	obvodová stěna	obvodová stěna	plochá střecha	strop suterénu	okno zdvojené	dveře ocelové
$U [W/(m^2 \cdot K)]$	1,41	2,08	0,59	2,13	3,80	4,00



Obr. č. 35 Ukázka záložek v programu Design Builder



Obr. č. 36 3D model objektu vytvořený v Design Builder

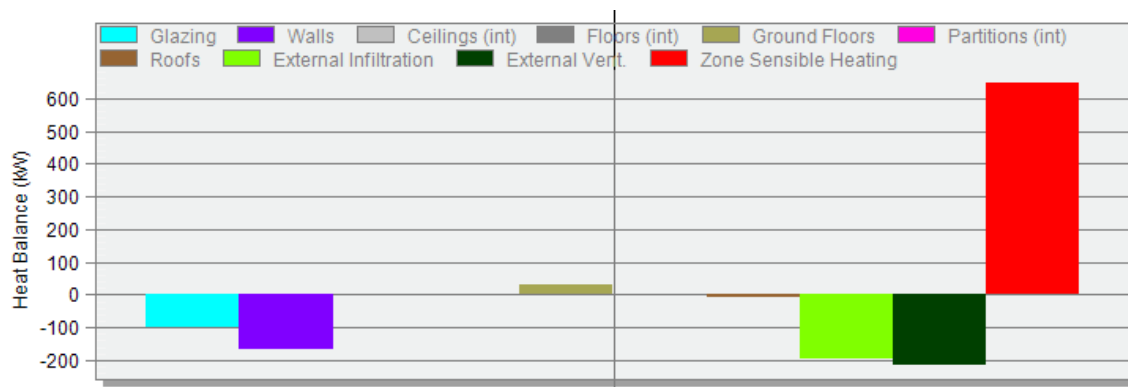
C.3.2. Varianta 1 - Původní okna

Původní okna mají součinitel prostupu tepla $U_w = 3,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Jsou zdvojená s kovovým rámem.

Tab. č. 62 Tepelné ztráty pro jednotlivé konstrukce - původní okna

Glazing (kW)	Walls (kW)	Ceilings (int...)	Floors (int) ...	Ground Flo...	Partitions (i...	Roofs (kW)	External Inf...	External V...	Zone Sens...
-98,2729	-164,2972	1,310678	-1,30438	30,63485	0,00105	-6,316845	-193,8535	-212,7414	644,9844

Tepelné ztráty objektu dle programu Design Builder jsou celkem 644,98 kW, což se téměř blíží hodnotě vypočtené v programu Protech, kde byly tepelné ztráty vypočteny na 615,14 kW. Rozdíl je způsoben jinou metodou výpočtu. Program Protech počítá s měsíčními klimatickými daty (dlouhodobý průměr) program Design Builder počítá s hodinovým krokem výpočtu.



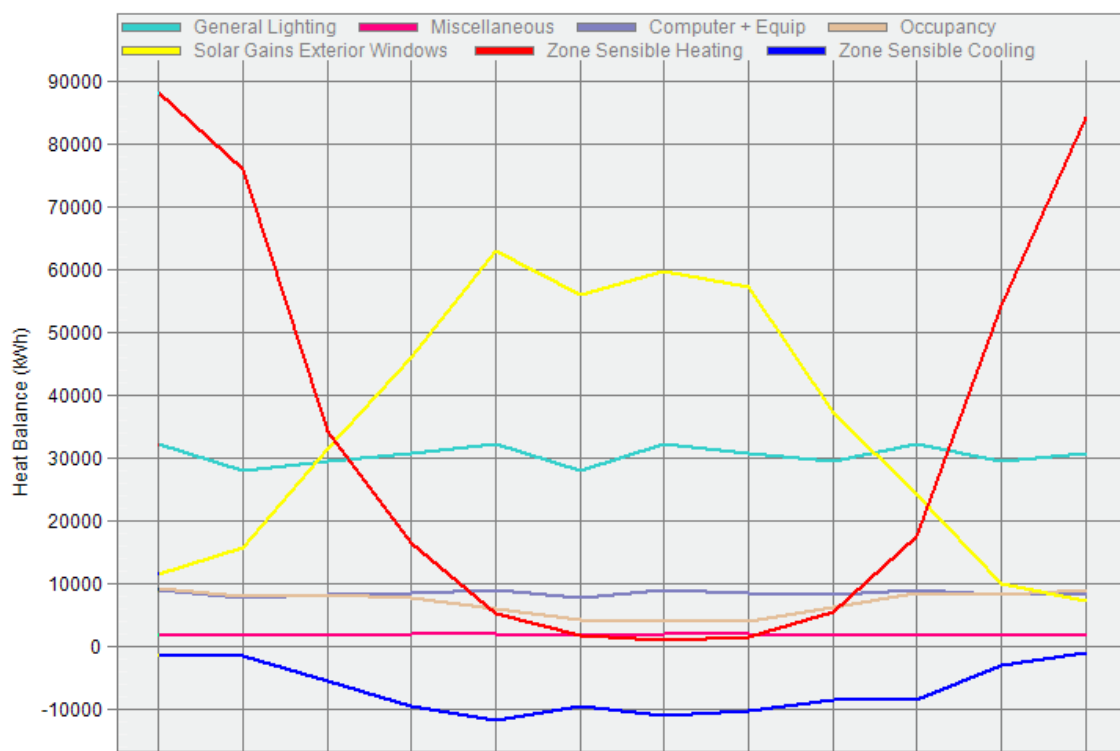
Graf č.16 Tepelné ztráty pro jednotlivé konstrukce - původní okna

Tab. č. 63 Tepelné zisky během roku – leden až červen – původní okna

General Lighting	32222,04	28019,16	29420,12	30821,08	32222,04	28019,16
Miscellaneous	1961,53	1716,64	1819,27	1879,90	1961,53	1737,63
Computer + Equip	8861,45	7742,67	8186,62	8488,52	8861,45	7813,70
Occupancy	9259,46	8045,22	8289,69	7831,81	5990,15	4335,45
Solar Gains Exterior Windows	11516,31	15706,95	31444,08	45976,95	62989,80	56083,15
Zone Sensible Heating	88492,60	76143,63	34287,14	16444,60	5177,22	1808,88
Zone Sensible Cooling	-1249,42	-1466,95	-5653,31	-9524,63	-11690,75	-9536,89

Tab. č. 64 Tepelné zisky během roku – červenec až prosinec – původní okna

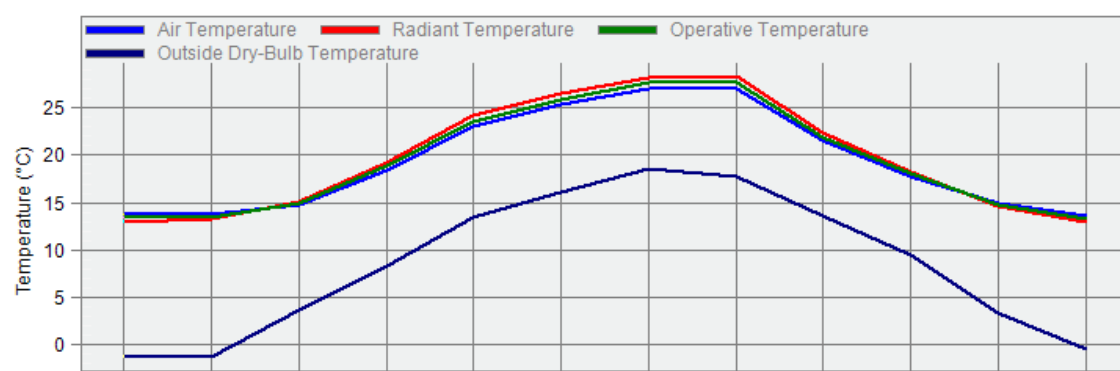
General Lighting	32222,04	30821,08	29420,12	32222,04	29420,12	30821,08
Miscellaneous	1961,53	1890,40	1808,77	1961,53	1808,77	1890,40
Computer + Equip	8861,45	8524,04	8151,11	8861,45	8151,11	8524,04
Occupancy	4055,45	3906,64	6247,94	8415,35	8218,02	8860,00
Solar Gains Exterior Windows	59886,05	57201,90	37382,65	24124,94	9993,81	7240,13
Zone Sensible Heating	903,59	1576,10	5484,78	17468,21	54410,51	84463,11
Zone Sensible Cooling	-11164,04	-10373,41	-8436,51	-8579,58	-3024,01	-1132,86



Graf č.17 Tepelné zisky během roku – po měsících – původní okna

Tab. č. 65 Průběh teplot během roku – původní okna

Month												
Air Temperature (°C)	13,79	13,78	14,78	18,48	23,03	25,27	27,05	27,05	21,57	17,82	14,89	13,67
Radiant Temperature (°C)	13,03	13,20	15,18	19,31	24,15	26,46	28,12	28,25	22,34	18,27	14,58	12,87
Operative Temperature (°C)	13,41	13,49	14,98	18,89	23,59	25,87	27,59	27,65	21,95	18,04	14,73	13,27
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	-1,11	-1,19	3,74	8,30	13,50	16,15	18,57	17,70	13,56	9,42	3,41	-0,35
Relative Humidity (%)	31,91	32,28	36,80	36,86	39,40	42,00	47,51	40,09	44,28	46,28	40,31	35,68



Graf č.18 Průběh teplot během roku – původní okna

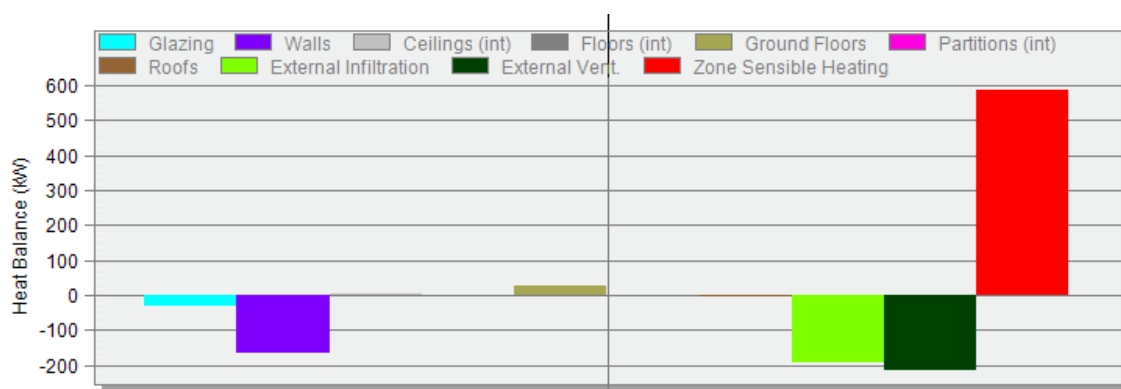
C.3.3. Varianta 2 – Nová okna, s izolačním dvojsklem

Tato varianta uvažuje náhradu původních oken za nová, s izolačním dvojsklem. Tyto nová okna mají následující parametry:

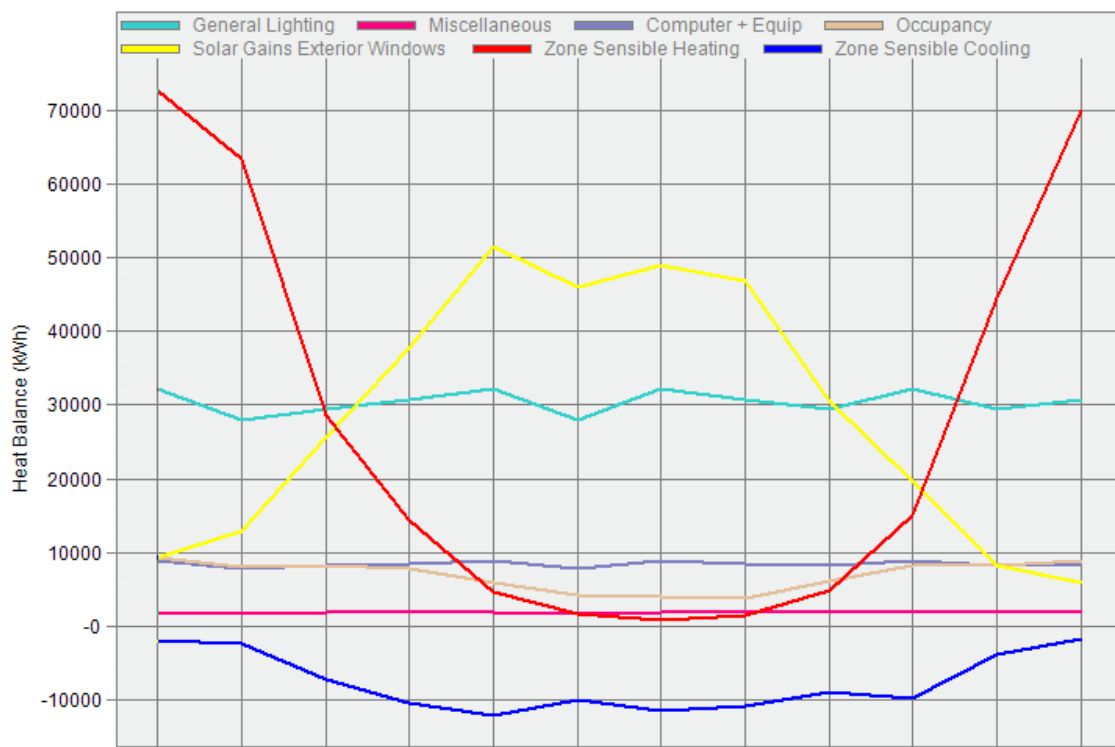
- počet a tloušťka skel: 2 x 6 mm
- tloušťka mezery: 13 mm
- výplň mezery: Argon
- součinitel prostupu tepla $U_w = 1,185 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- součinitel propustnosti celkové energie slunečního záření $g = 0,665$

Tab. č. 66 Tepelné ztráty objektu pro jednotlivé konstrukce – dvojskla

Glazing (kW)	Walls (kW)	Ceilings (int...)	Floors (int) ...	Ground Flo...	Partitions (I...	Roofs (kW)	External Inf...	External V...	Zone Sens...
-32,61375	-167,3307	3,610839	-3,603778	28,6613	0,00118	-6,470068	-193,9465	-212,7414	584,5966



Graf č.19 Tepelné ztráty pro jednotlivé konstrukce – dvojskla



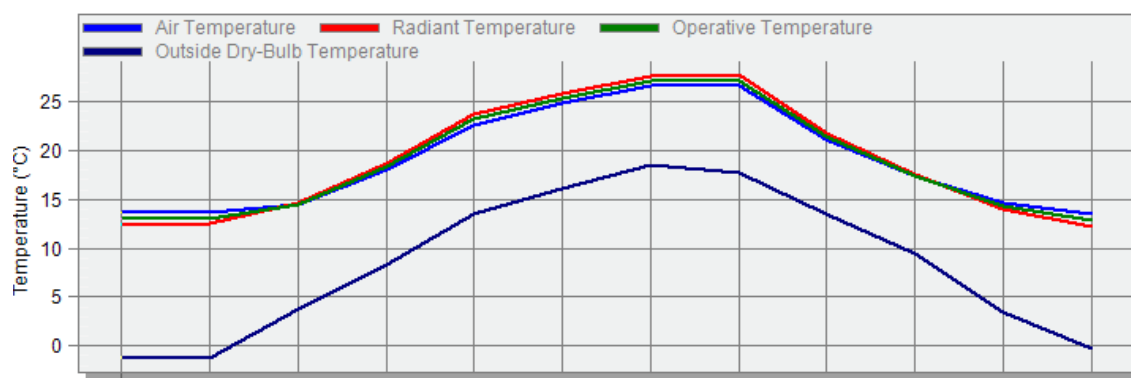
Graf č.20 Tepelné zisky během roku – po měsících – dvojskla

Tab. č. 67 Tepelné zisky během roku – červenec až prosinec – dvojskla

Month						
General Lighting (kWh)	32222,04	30821,08	29420,12	32222,04	29420,12	30821,08
Miscellaneous (kWh)	1961,53	1890,40	1808,77	1961,53	1808,77	1890,40
Computer + Equip (kWh)	8861,45	8524,04	8151,11	8861,45	8151,11	8524,04
Occupancy (kWh)	3930,89	3769,13	6103,50	8281,10	8176,40	8854,11
Solar Gains Exterior Windows (kWh)	49024,94	46845,13	30571,71	19718,04	8161,72	5902,98
Zone Sensible Heating (kWh)	834,32	1361,49	4802,00	14997,76	44569,48	69931,24
Zone Sensible Cooling (kWh)	-11481,41	-10757,77	-8856,16	-9696,46	-3945,21	-1715,14

Tab. č. 68 Průběh teplot během roku – dvojskla

Month												
Air Temperature (°C)	13,66	13,63	14,49	18,05	22,66	24,82	26,69	26,61	21,12	17,33	14,64	13,55
Radiant Temperature (°C)	12,35	12,54	14,61	18,69	23,69	25,91	27,69	27,71	21,77	17,57	13,92	12,23
Operative Temperature (°C)	13,01	13,09	14,55	18,37	23,18	25,37	27,19	27,16	21,45	17,45	14,28	12,89
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	-1,11	-1,19	3,74	8,30	13,50	16,15	18,57	17,70	13,56	9,42	3,41	-0,35
Relative Humidity (%)	32,24	32,64	37,49	37,88	40,25	43,03	48,47	41,08	45,41	47,65	41,01	36,02



Graf č.21 Průběh teplot během roku - dvojskla

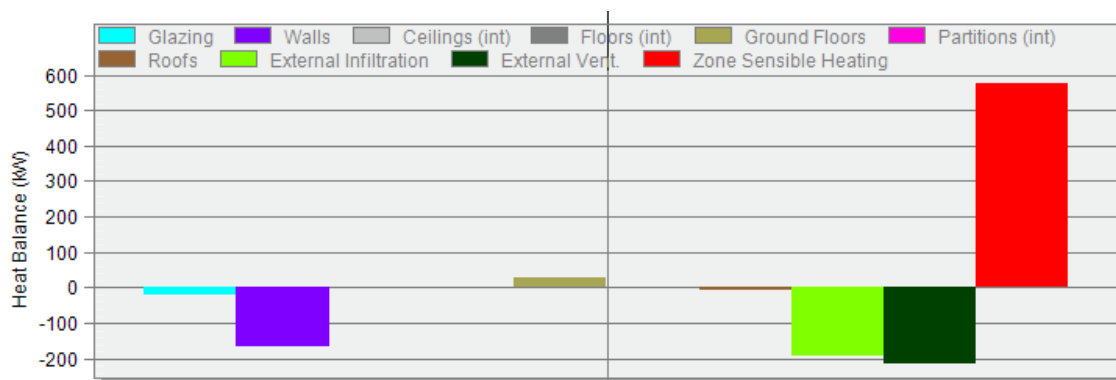
C.3.4. Varianta 3 – Nová okna, s izolačním troj-sklem

Tato varianta uvažuje náhradu původních oken za nová, s izolačním trojsklem. Tyto nová okna mají následující parametry:

- počet a tloušťka skel: 3x3 mm
- počet a tloušťka mezer: 2 x 13 mm
- výplň mezer: Argon
- součinitel prostupu tepla $U_w = 0,776 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- součinitel propustnosti celkové energie slunečního záření $g = 0,474$

Tab. č. 69 Tepelné ztráty objektu pro jednotlivé konstrukce - trojskla

Glazing (kW)	Walls (kW)	Ceilings (int...)	Floors (int) ...	Ground Flo...	Partitions (i...	Roofs (kW)	External Inf...	External V...	Zone Sens...
-21,03309	-167,9324	4,020011	-4,012759	28,24974	0,001203	-6,49935	-193,9635	-212,7414	574,0791



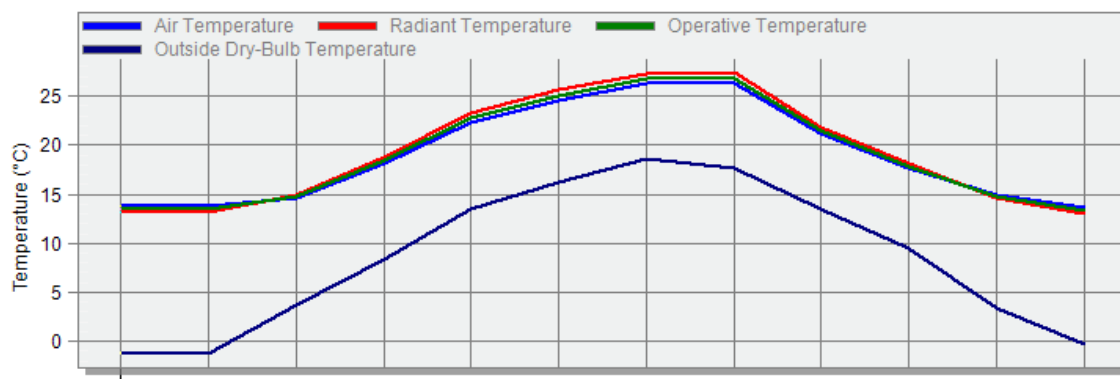
Graf č.22 Tepelné ztráty pro jednotlivé konstrukce – trojskla

Tab. č. 70 *Tepelné zisky během roku – leden až červen – trojskla*

Month						
General Lighting (kWh)	32222,04	28019,16	29420,12	30821,08	32222,04	28019,16
Miscellaneous (kWh)	1961,53	1716,64	1819,27	1879,90	1961,53	1737,63
Computer + Equip (kWh)	8861,45	7742,67	8186,62	8488,52	8861,45	7813,70
Occupancy (kWh)	9253,20	8039,59	8282,93	7840,68	6167,98	4415,43
Solar Gains Exterior Windows (kWh)	5019,17	6909,77	13882,17	20483,42	28061,29	24941,56
Zone Sensible Heating (kWh)	71003,31	62539,64	29512,38	15283,99	5203,29	1891,39
Zone Sensible Cooling (kWh)	-1984,44	-2288,58	-6869,89	-9929,08	-11149,16	-9261,93

Tab. č. 71 *Tepelné zisky během roku – červenec – prosinec - trojskla*

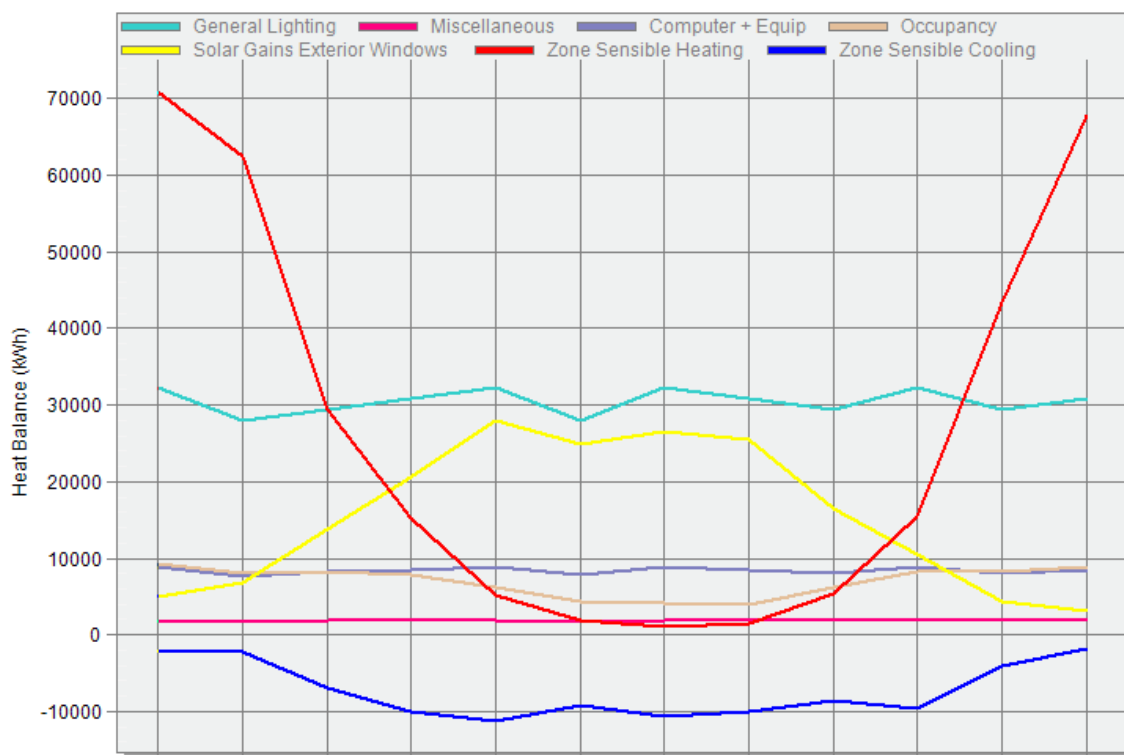
Month						
General Lighting (kWh)	32222,04	30821,08	29420,12	32222,04	29420,12	30821,08
Miscellaneous (kWh)	1961,53	1890,40	1808,77	1961,53	1808,77	1890,40
Computer + Equip (kWh)	8861,45	8524,04	8151,11	8861,45	8151,11	8524,04
Occupancy (kWh)	4236,40	4024,44	6226,09	8326,95	8178,46	8853,63
Solar Gains Exterior Windows (kWh)	26601,52	25456,43	16504,38	10618,52	4386,22	3155,61
Zone Sensible Heating (kWh)	1018,64	1550,92	5297,84	15374,51	43398,33	67788,48
Zone Sensible Cooling (kWh)	-10599,65	-9973,76	-8489,38	-9539,81	-3998,97	-1802,95



Graf č.23 Průběh teplot během roku – trojskla

Tab. č. 72 *Průběh teplot během roku - trojskla*

Month												
Air Temperature (°C)	13,80	13,78	14,67	18,06	22,35	24,59	26,36	26,36	21,20	17,67	14,89	13,69
Radiant Temperature (°C)	13,10	13,24	15,00	18,74	23,27	25,60	27,22	27,36	21,85	18,06	14,63	12,97
Operative Temperature (°C)	13,45	13,51	14,84	18,40	22,81	25,09	26,79	26,86	21,52	17,87	14,76	13,33
Outside Dry-Bulb Temperature (°C)	-1,11	-1,19	3,74	8,30	13,50	16,15	18,57	17,70	13,56	9,42	3,41	-0,35
Relative Humidity (%)	31,89	32,28	37,04	37,79	40,84	43,52	49,30	41,57	45,24	46,70	40,30	35,64



Graf č.24 Tepelné zisky během roku – po měsících – trojskla

C.3.5. Porovnání

Tab. č. 73 Porovnání typů oken

typ oken	U_w	tepelné ztráty okny	tepelné ztráty objektu	Tepelné solární zisky
	[W/(m ² *K)]	[kW]	[kW]	[kW]
původní	3,80	98,27	644,98	47,89
dvojskla	1,18	32,61	854,60	37,19
trojskla	0,78	21,03	574,08	21,24

Tab. č. 74 Ekonomické vyhodnocení typů oken

typ oken	spotřeba na vytápění	úspora na vytápění	úspora na vytápění	pořizovací cena	náklady celkem	reálná doba návratnosti
	[GJ]	[GJ]	[Kč]	[Kč/m ²]	[Kč]	[roky]
původní	3 724,03	-	-	-	-	-
dvojskla	3 375,40	348,63	150 103	5 150	5 151 000	43
trojskla	3 314,65	409,37	176 257	6 180	6 180 000	44

Hodnoty pro výpočet jsou převzaty z programu Design Builder

Jelikož zasklení tvoří velkou část budovy (plocha 1000 m²), bylo by velmi pracné najít ideální okenní výplně s rozumným poměrem pořizovací cena/tepelně-izolační vlastnosti tak, aby případná výměna oken byla ekonomicky výhodná.

Tab. č. 75 Porovnání teplot při použití jednotlivých typů oken

typ oken	teploty pro červenec			teploty pro srpen		
	teplota vzduchu	teplota povrchu stěn	výsledná teplota	teplota vzduchu	teplota povrchu stěn	výsledná teplota
	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
původní	27,05	28,12	27,59	27,05	28,25	27,65
dvojskla	26,69	27,69	27,19	26,61	27,71	27,16
trojskla	26,36	27,22	26,79	26,36	27,36	26,86

Dle *Tab. č. 75* lze sledovat, že s použitím typu okna s nižším součinitelem propustnosti celkové energie slunečního záření g klesají hodnoty teploty vzduchu, povrchu stěn i výsledné teploty.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce se na předchozích stránkách zabývala energetickou náročností posuzovaného objektu. Z jednotlivých částí lze vyvodit následující závěry.

První část je teoretická a na začátku této části je vysvětlena důležitost kvalitních oken a jejich vlastností. Dále zde jsou shromážděny poznatky ohledně historického vývoje oken, požadavků na okna i jejich důležitých parametrů. Dále zde je ukázáno názvosloví, které se týká i prostoru kolem oken. Na konci této části jsou popsány jednotlivé druhy materiálů, které se na výrobu oken používají.

Druhou část tvoří energetický audit posuzovaného objektu. Pomocí denostupňové metody je nalažen výpočetní model a udělána výchozí bilance, kde model dobře koresponduje s realitou. Rozdíl, mezi výpočetním modelem a realitou celkových spotřeb energií, je 7%, což svědčí o správně nastaveném výpočetním modelu. Jako vstupní data slouží poskytnuté faktury za spotřeby zemního plynu a elektřiny. Z těchto hodnot se poté vychází při navrhování úsporných opatření. Kombinací těchto opatření poté vznikají 2 varianty, z nichž varianta 2 je ekonomicky i ekologicky výhodnější. Při realizaci této varianty dojde k úspoře spotřeby elektřiny a zemního plynu celkem ve výši 378,32 MWh za rok, čímž dojde k úspoře 502 390 Kč ročně. Na konci této části je pak vystaven průkaz energetické náročnosti budovy pro prodej, v němž je zahrnut stávající stav i doporučená opatření.

Poslední část tvoří aplikace výpočetní techniky. Jednotlivé počítačové programy jsou využity pro usnadnění představy o objektu jako celku, umožňují výpočet tepelných ztrát objektu, potřebu tepla na vytápění atd. Ruční výpočet těchto hodnot by byl velmi pracný a časově náročný, a s jistotou lze říct, že by nebylo dosaženo tak přesných hodnot, jelikož program Design Builder používá hodinový krok výpočtu podle zadané lokality. Právě tento program je využit pro simulaci různých okenních výplní. Z provedeného porovnání jednotlivých typů oken plyne, že při použití okenní výplně s lepšími vlastnostmi (nízká hodnota U_w a g) lze dosáhnout nižší tepelné ztráty a nižších solárních zisků.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] „Google Maps.“ *Google.cz/maps* [online]. [citace 2016-12-10]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/APOS+-+Auto,+S.r.o./@49.3719886,16.6448705,188m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x32c1fa5c01c9361b!8m2!3d49.3721741!4d16.645244>
- [2] Nahlížení do katastru nemovitostí – katastrální mapa. *Nahlizenidokn.cuzk.cz* [online]. [citace 2016-12-10]. Dostupné z: <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/default.aspx?themeid=3&&MarQueryId=2EDA9E08&MarQParam0=1277494701&MarQParamCount=1&MarWindowName=Marushka>
- [3] Tabulky a výpočty – normové hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{n,20}$ jednotlivých konstrukcí dle ČSN 73 0540 – 2:2011 Tepelná ochrana budov – ČÁST 2: Požadavky. *Tzb-info.cz* [online]. [citace 2015-12-10]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/136-normove-hodnoty-soucinitele-prostupu-tepla-un-20-jednotlivych-konstrukci-dle-csn-73-0540-2-2011-tepelna-ochrana-budov-cast-2-pozadavky>
- [4] Tabulky a výpočty – finanční kalkulačtor pro hodnocení ekonomické efektivity investic. *Tzb-info.cz* [online]. [citace 2016-12-29]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>
- [5] Vyhláška 480/2012 o energetickém auditu a energetickém posudku
- [6] Gymnázium Cheb – seminární práce: Okna do historie, autor: Iva Mašková. *absolventi.gymcheb.cz* [online]. [citace 2017-01-10] Dostupné z: <http://absolventi.gymcheb.cz/2010/ivmask/vyvoj.html>
- [7] Autor NEZNÁMÝ, *atlasceska.cz* [online]. [citace 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.atlasceska.cz/ustecky-kraj/rotunda-sv-jiri/>
- [8] Václav NĚMČEK, *dejepis.com* [online]. [citace 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.dejepis.com/ucebnice/goticke-umeni-v-ceskych-zemich/>
- [9] Oskar EXNER, *praha.eu* [online]. [citace 2017-01-10]. Dostupné z: http://www.praha.eu/jnp/cz/co_delat_v_praze/pamatky/svatovitska_katedrala_oziva.html
- [10] ŠUBRT, Roman, Zdeněk PETRTYL a Martin ŠKOPEK. *Okno: klíčová součást staveb*. České Budějovice: Energy Consulting Service, c2010. ISBN 978-80-254-8573-6.
- [11] Redakce SVĚTA BYDLENÍ, *svet-bydleni.cz* [online]. [citace 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.svet-bydleni.cz/nejnovejsi-clanky/okna-v-historickem-sledu.aspx>
- [12] SPS OPAVA, *dk.spsopava.cz* [online]. [citace 2017-01-10]. Dostupné z: http://dk.spsopava.cz:8080/fotogalozobraz.php?adr=yyjZ4Q_20150123_124249

- [13] Ing. Radim KOLÁŘ, Ph.D. *fce.vutbr.cz* [online]. [citace 2017-01-10]. Dostupné z: http://www.fce.vutbr.cz/PST/kolar.r/souc_prostupu_okno.htm
- [14] Autor NEZNÁMÝ, *stavimednes.cz* [online]. [citace 2017-01-10]. Dostupné z: <http://stavimednes.cz/cs/1059-plastove-okno-70x140-os1-zlaty-dub.html>
- [15] Autor NEZNÁMÝ, *pruniwerk.cz* [online]. [citace 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.pruniwerk.cz/informace/hlinikova-okna-ostrava.html>
- [16] ČSN EN 14 351 – 1 + A1: 09/2010, Okna a dveře – Norma výrobku, funkční vlastnosti
- [17] ČSN EN 73 5040-2, Tepelná ochrana budov - požadavky
- [18] ČSN P ENV 1627 Okna, dveře, uzávěry - odolnost proti násilnému vniknutí - požadavky a klasifikace
- [19] Výpočet denostupňů *Tzb-info.cz* [online]. [citace 2016-12-29]. Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/103-vypocet-denostupnu>
- [20] Skla do našich oken. *plastova-okna-novotny.cz* [online]. [citace 2017-01-10] Dostupné z: <http://plastova-okna-novotny.cz/plastova-okna/skla/>
- [21] RNDr. Jiří HEJHÁLEK, *nazeleno.cz* [online]. [citace 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/bydleni/stavba/okna-a-dvere/uspora-energie-pri-pouziti-venkovni-zaluzie-setta.aspx>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

d	...tloušťka jedné vrstvy konstrukce	[m]
λ_i	... součinitel tepelné vodivosti jednotlivé vrstvy konstrukce	[W/(m*K)]
U	... součinitel prostupu tepla konstrukce	[W/(m ² *K)]
$U_{N,20}$... požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 05 40 – 2	[W/(m ² *K)]
$U_{REC,20}$... doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 05 40 - 2	[W/(m ² *K)]
t_e	... návrhová vnější teplota v zimním období	[°C]
Q	... výkon plynového kotle	[kW]
U_w	... součinitel prostupu tepla okna	[W/(m ² *K)]
U_f	... součinitel prostupu tepla rámu	[W/(m ² *K)]
U_g	... součinitel prostupu tepla zasklení	[W/(m ² *K)]
R_w	... vážené vzduchové neprůzvučnosti	[dB]
f_{Rsi}	... teplotní faktor	[-]
i_{LV}	... součinitel spárové průvzdušnosti	[m ³ /(s*m*Pa ^{0,67})]
A_g	... celková plocha zasklení	[m ²]
A_f	... celková plocha rámu	[m ²]
I_g	... viditelný obvod zasklení	[m]
ψ_g	...lineární činitel prostupu	[W/(m*K)]
g	... celkový činitel prostupu sluneční energie	[-]
$i_{LV,N}$... návrhový součinitel spárové průvzdušnosti	[m ³ /(s*m*Pa ^{0,67})]
T_s	... doba návratnosti	[rok]
T_{sd}	... diskontní doba návratnosti	[rok]
IRR	... vnitřní výnosové procento	[%]

NPV	... čistá současná hodnota projektu	[Kč]
IN	... investiční výdaje projektu	[Kč]
CF	... roční přínosy projektu	[Kč]
$(1+r)^{-t}$... odúročitel	[%]
r	... diskont	[%]
CF_t	... roční úspory nákladů v roce t	[Kč]
T_z	... doba životnosti	[rok]
$Q_{vyt,r}$... potřeba tepla na vytápění	[GJ]
Q_c	... tepelné ztráty objektu	[kW]
ε_i	... tepelné ztráty infiltrací	[-]
ε_t	... vliv snížení teploty v místnosti	[-]
ε_d	... vliv zkrácení doby vytápění	[-]
ε	... celkový opravný součinitel	[-]
η_o	... účinnost obsluhy	[-]
η_r	... účinnost rozvodů	[-]
d	... délka topného období	[dny]
t_{is}	... vnitřní výpočtová teplota	[°C]
D	... počet denostupňů	[K*den]

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obr. č. 1	Prostup energie oknem o ploše 1m ² [21].....	14
Obr. č. 2	Rotunda sv. Jiří - vysoká a úzká okna [7]	15
Obr. č. 3	Chrám sv. Víta (vlevo) [8] a jedno z jeho vitrážových oken [9]	16
Obr. č. 4	Okno z období baroka [11]	17
Obr. č. 5	Okno a názvosloví [12].....	18
Obr. č. 6	Důležité oblasti v okně [10]	19
Obr. č. 7	Plastové okno a jeho ochranná folie [14]	26
Obr. č. 8	Dřevěná okna a jejich možné tvary	28
Obr. č. 9	Hliníková okna [15]	29
Obr. č. 10	Schématický půdorys přízemí	35
Obr. č. 11	Schématický půdorys 1NP.....	35
Obr. č. 12	Schématický půdorys 2NP.....	35
Obr. č. 13	Schématický půdorys 3NP.....	36
Obr. č. 14	Schématický půdorys 4NP.....	36
Obr. č. 15	Schématický půdorys 5NP.....	36
Obr. č. 16	Schématický půdorys 6NP.....	37
Obr. č. 17	Kondnzační kotle a jejich označení	38
Obr. č. 18	Větrací a rekuperační jednotka ve 4NP	38
Obr. č. 19	Zásobníkové ohřívače a jejich označení	39
Obr. č. 20	Klimatizační jednotka GEA	39
Obr. č. 21	Stropní osvětlení v kancelářích	40
Obr. č. 22	Posuzovaný objekt – satelitní snímek [1].....	41
Obr. č. 23	Posuzovaný objekt – snímek z katastrální mapy [2]	41
Obr. č. 24	Oběhová čerpadla	47
Obr. č. 25	Rozvody pro vytápění.....	47
Obr. č. 26	Otopná tělesa v kancelářích	48
Obr. č. 27	Rozvody vody	48
Obr. č. 28	Zásobníky pro teplou vodu.....	48
Obr. č. 29	Textilní vyústky	49
Obr. č. 30	3D model vytvořený ve SketchUpu	101
Obr. č. 31	Pohled jižní (vlevo) a pohled severní (vpravo)	101
Obr. č. 32	Pohled východní	102
Obr. č. 33	Pohled západní	102
Obr. č. 34	Vytvoření výpočetního modelu v Protechu – modul tepelný výkon	103
Obr. č. 35	Ukázka záložek v programu Design Builder	105
Obr. č. 36	3D model objektu vytvořený v Design Builder.....	105

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tab. č. 1	Určení lineárního činitele prostupu tepla [13]	21
Tab. č. 2	Základní parametry otvorových výplní [10].....	22
Tab. č. 3	Zatřídění kování [18].....	23
Tab. č. 4	Vlastnosti pro jednoduchá otevíravá okna [16]	24
Tab. č. 5	Požadované hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti i_{LV} [17]	25
Tab. č. 6	Základní informace o jednotlivých zónách	33
Tab. č. 7	Zóna 1 - podrobnější popis	33
Tab. č. 8	Další informace o jednotlivých zónách	34
Tab. č. 9	Zóna 6 a 7 – podrobnější popis.....	34
Tab. č. 10	Přirozené větrání v zónách.....	37
Tab. č. 11	Vstupy paliv a energie pro rok 2013	42
Tab. č. 12	Vstupy paliv a energie pro rok 2014	43
Tab. č. 13	Vstupy paliv a energie pro rok 2015	44
Tab. č. 14	Vstupy paliv a energie pro rok 2013,2014 a 2015 – průměrná hodnota	44
Tab. č. 15	a) Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie	46
Tab. č. 16	b) Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie.....	46
Tab. č. 17	Skladby neprůsvitných konstrukcí.....	50
Tab. č. 18	Výplně otvorů:.....	52
Tab. č. 19	Požadované, a doporučené, hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně [3]	54
Tab. č. 20	Posouzení konstrukcí	55
Tab. č. 21	Rozdělení tepelných ztrát objektu - VÝCHOZÍ STAV	55
Tab. č. 22	Výpočet potřeby tepla pro přípravu teplé vody	57
Tab. č. 23	Spotřeba zemního plynu z faktur a výpočtů a jejich porovnání.....	57
Tab. č. 24	Veličiny ve vztahu pro výpočet potřeby energie na vytápění.....	58
Tab. č. 25	Počet denostupňů pro jednotlivé roky	58
Tab. č. 26	Spotřeba zemního plynu z faktur a výpočtu dle denostupňové metody a jejich porovnání	58
Tab. č. 27	Celková spotřeba zemního plynu dle faktur a výpočtů a jejich porovnání.....	58
Tab. č. 28	Spotřeba elektrické energie	59
Tab. č. 29	Výchozí roční energetická bilance	59
Tab. č. 30	Opatření č. 1 – posouzení konstrukcí dle ČSN 73 0540 – 2 (2011)	60
Tab. č. 31	Opatření č. 1 – tepelná ztráta objektu	61
Tab. č. 32	Opatření č. 1 – úspory	61
Tab. č. 33	Opatření č. 1 - náklady	61
Tab. č. 34	Opatření č. 2 – posouzení konstrukcí dle ČSN 73 0540 – 2 (2011)	62
Tab. č. 35	Opatření č. 2 - tepelná ztráta objektu.....	62

Tab. č. 36	Opatření č. 2 – úspory	63
Tab. č. 37	Opatření č. 2 - náklady	63
Tab. č. 38	Opatření č. 3 – posouzení konstrukce dle ČSN 73 0540 – 2 (2011)	64
Tab. č. 39	Opatření č. 3 – tepelná ztráta objektu	64
Tab. č. 40	Opatření č. 3 – úspory	64
Tab. č. 41	Opatření č. 3 - náklady	65
Tab. č. 42	Opatření č. 4 – posouzení konstrukce dle ČSN 73 0540 – 2 (2011)	65
Tab. č. 43	Opatření č. 4 – tepelná ztráta objektu	66
Tab. č. 44	Opatření č. 4 – úspory	66
Tab. č. 45	Opatření č. 4 - náklady	66
Tab. č. 46	Opatření č. 5 – posouzení stávajícího a nového stavu	67
Tab. č. 47	Opatření č. 5 – úspory	67
Tab. č. 48	Opatření č. 5 - náklady	67
Tab. č. 49	Jednotlivé varianty a jejich úspory energií za rok	70
Tab. č. 50	Jednotlivé varianty a náklady na jejich realizaci	70
Tab. č. 51	Jednotlivé varianty a jejich úspory financí	71
Tab. č. 52	Ekonomické vyhodnocení navržených variant	73
Tab. č. 53	Ekologické vyhodnocení navržených variant	73
Tab. č. 54	Návrhové teploty a počet pracovníků v jednotlivých zónách	74
Tab. č. 55	Roční úspory energií	76
Tab. č. 56	Náklady na jednotlivá opatření varianty 2	76
Tab. č. 57	Upravená energetická bilance	77
Tab. č. 58	Vstupní data pro Design Builder	104
Tab. č. 59	Vstupní data pro Design Builder	104
Tab. č. 60	Vstupní data pro Design Builder pro Zónu 1 – podrobnější popis	104
Tab. č. 61	Součinitele prostupu tepla konstrukcí, které tvoří obálku budovy	105
Tab. č. 62	Tepelné ztráty pro jednotlivé konstrukce - původní okna	106
Tab. č. 63	Tepelné zisky během roku – leden až červen – původní okna	106
Tab. č. 64	Tepelné zisky během roku – červenec až prosinec – původní okna	106
Tab. č. 65	Průběh teplot během roku – původní okna	107
Tab. č. 66	Tepelné ztráty objektu pro jednotlivé konstrukce – dvojskla	108
Tab. č. 67	Tepelné zisky během roku – červenec až prosinec – dvojskla	109
Tab. č. 68	Průběh teplot během roku – dvojskla	109
Tab. č. 69	Tepelné ztráty objektu pro jednotlivé konstrukce - trojskla	110
Tab. č. 70	Tepelné zisky během roku – leden až červen – trojskla	111
Tab. č. 71	Tepelné zisky během roku – červenec – prosinec - trojskla	111
Tab. č. 72	Průběh teplot během roku - trojskla	111
Tab. č. 73	Porovnání typů oken	112
Tab. č. 74	Ekonomické vyhodnocení typů oken	112

Tab. č. 75	Porovnání teplot při použití jednotlivých typů oken	113
------------	-----------------------------------------------------------	-----

SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

Graf č.1 Podíl jednotlivých složek spotřebovaných energií v roce 2013.....	43
Graf č.2 Podíl jednotlivých složek spotřebovaných energií v roce 2014.....	43
Graf č.3 Podíl jednotlivých složek spotřebovaných energií v roce 2015.....	44
Graf č.4 Průměrná hodnota jednotlivých složek spotřebovaných energií v roce 2013, 2014 a 2015	45
Graf č.5 Průměrná hodnota jednotlivých složek na celkových nákladech v roce 2013, 2014 a 2015	45
Graf č.6 Rozdělení tepelných ztrát objektu - VÝCHOZÍ STAV	56
Graf č.7 Jednotlivé opatření a jejich úspory energií za rok.....	68
Graf č.8 Jednotlivá opatření a jejich úspory financí za rok	69
Graf č.9 Celkové náklady na realizaci jednotlivých opatření	69
Graf č.10 Porovnání roční spotřeby energií [GJ].....	70
Graf č.11 Porovnání ročních nákladů za spotřeby energií.....	71
Graf č.12 Spotřeba zemního plynu a elektřiny	74
Graf č.13 Rozdělení nákladů jednotlivých opatření varianty 2.....	76
Graf č.14 Rozdělení spotřeby energií před realizací opatření – výchozí stav.....	78
Graf č.15 Rozdělení spotřeby energií po realizaci projektu – varianta 2	78
Graf č.16 Tepelné ztráty pro jednotlivé konstrukce - původní okna.....	106
Graf č.17 Tepelné zisky během roku – po měsících – původní okna.....	107
Graf č.18 Průběh teplot během roku – původní okna.....	107
Graf č.19 Tepelné ztráty pro jednotlivé konstrukce – dvojskla	108
Graf č.20 Tepelné zisky během roku – po měsících – dvojskla.....	109
Graf č.21 Průběh teplot během roku - dvojskla	110
Graf č.22 Tepelné ztráty pro jednotlivé konstrukce – trojskla	111
Graf č.23 Průběh teplot během roku – trojskla	111
Graf č.24 Tepelné zisky během roku – po měsících – trojskla.....	112

SEZNAM PŘÍLOH

P1 – Přehled konstrukcí – neprůsvitné konstrukce

počet stran: 2

P2 – Přehled konstrukcí – výplně otvorů

počet stran: 1